
DIPLOMARBEIT

Herr
Oliver Könning

**Analyse, Strukturierung und
digitale Transformation von
Patientendaten in der humani-
tären Hilfe**

Mittweida, 2018

DIPLOMARBEIT

Analyse, Strukturierung und digitale Transformation von Patientendaten in der humani- tären Hilfe

Autor:
Herr

Oliver Könning

Studiengang:
Informationstechnik

Seminargruppe:
KI12w1-F

Erstprüfer:
Prof. Dr.-Ing. Swen Schmeißer

Zweitprüfer:
Dipl.-Ing. (FH) Michael Pfeiffer

Einreichung:
Mittweida, 31.01.2018

Verteidigung/Bewertung:
Mittweida, 2018

Faculty Applied Computer Sciences and Biosci-
ences

THESIS

Analysis, structuring and digital transformation of patient data in humanitarian aid

author:

Mr.

Oliver Könning

course of studies:

Information technology

seminar group:

KI12w1-F

first examiner:

Prof. Dr.-Ing. Swen Schmeißer

second examiner:

Dipl.-Ing. (FH) Michael Pfeiffer

submission:

Mittweida, 31.01.2018

defence/ evaluation:

Mittweida, 2018

Bibliografische Beschreibung:

Könning, Oliver:

Analyse, Strukturierung und digitale Transformation von Patientendaten in der humanitären Hilfe. - 2018. - 8, 89, 2 S.

Mittweida, Hochschule Mittweida, Fakultät Angewandte Computer- und Biowissenschaften, Diplomarbeit, 2018

Referat:

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Analyse der Arbeitsabläufe in mobilen Kliniken der humanitären Hilfe, um die Prozesse und die darin entstehenden Patientendaten digital zu transformieren. Zur Umsetzung werden zwei Ansätze verfolgt. Dabei handelt es sich einerseits um die Migration der Daten in ein am Markt verfügbares System und andererseits den Weg der Eigenentwicklung. Dazu werden nach Betrachtung der Grundlagen geeignete Komponenten ausgewählt und Konzepte für Datenbank und Online-Anwendung erstellt. Im Anschluss werden die Konzepte umgesetzt und mögliche Erweiterungen angeschnitten.

Inhalt

Inhalt	I
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VII
Abkürzungsverzeichnis	IX
1 Einleitung.....	1
1.1 Problemstellung.....	4
1.2 Zielsetzung.....	5
1.3 Aufbau der Arbeit	6
2 Analyse der Prozesse	7
2.1 Der Aufnahmeprozess.....	7
2.1.1 Der Aufnahmeprozess für neue Patienten.....	7
2.1.2 Der Aufnahmeprozess für Bestandspatienten	8
2.2 Der Behandlungsprozess	9
2.2.1 Der Behandlungsprozess für neue Patienten	9
2.2.2 Der Behandlungsprozess für Bestandspatienten.....	10
2.3 Der Laborprozess.....	11
3 Am Markt verfügbare Software.....	12
3.1 Vorüberlegungen.....	12
3.2 Die Kassenärztlichen Vereinigungen (KV)	12
3.3 Definition der Anforderungen.....	13
3.3.1 Anforderungen an die Prozessunterstützung.....	14
3.3.2 Anforderungen an Installation und Produktpflege	14
3.3.3 Anforderungen an Datenspeicherung, -zugriff und -sicherheit	14
3.3.4 Anforderungen an mögliche Lizenzen	14
3.3.5 Anforderungen zur Benutzersprache	15
3.3.6 Anforderungen an die Produktreife	15
3.3.7 Anforderungen an statistische Funktionen.....	15
3.4 Vorgehensweise zur Softwareauswahl	15

3.5	Programme	16
3.5.1	Medistar	16
3.5.2	Turbomed	16
3.5.3	x.isynet	17
3.5.4	x.concept	18
3.5.5	Médico	18
3.5.6	Medisoft	19
3.5.7	Softmedica.....	19
3.5.8	Medilink.....	19
3.6	Bewertung der Einsatzmöglichkeit	20
4	Grundlagen und Begriffsbestimmungen.....	23
4.1	Das Informationssystem.....	23
4.2	Die Information.....	24
4.3	Daten	24
4.4	Die Datei	25
4.5	Das Dateiformat	25
4.6	Schlussfolgerungen zur Datenorganisation in Dateien	26
4.7	Das Datenbanksystem (DBS)	28
4.7.1	Vorteile eines Datenbanksystems	28
4.7.2	Nachteile eines Datenbanksystems	28
4.8	Datenbankmodelle	29
4.8.1	Das relationale Datenbankmodell	30
4.8.1.1	Vorteile relationaler Datenbanken	31
4.8.1.2	Nachteile relationaler Datenbanken	32
4.8.2	Das objektorientierte Datenbankmodell.....	32
4.8.2.1	Vorteile objektorientierter Datenbanken	33
4.8.2.2	Nachteile objektorientierter Datenbanken.....	33
4.9	Auswahl eines Datenbankmodells.....	33
4.10	Auswahl eines Datenbanksystems.....	34
4.10.1	Oracle	35
4.10.2	MySQL.....	36
4.10.3	SQL-Server.....	37
4.10.4	PostgreSQL	37
4.10.5	DataBase2 (DB2).....	38
4.10.6	Microsoft Access.....	38
4.10.7	SQLite.....	38
4.10.8	Teradata	39
4.10.9	SAP Adaptive Server	39

4.10.10	Maria DB	39
4.11	Das zukünftig einzusetzende Datenbanksystem.....	40
4.12	Technologien zur Webentwicklung	43
4.12.1	Hypertext Preprocessor (PHP)	44
4.12.2	Active Server Pages.NET (ASP.NET)	44
4.12.3	Java	44
4.13	Entscheidung für eine Technologie zur Webentwicklung	44
4.14	Authentifizierung.....	45
4.14.1	Authentifizierung durch Benutzerkonto und Kennwort	45
4.14.2	Authentifizierung mit Smartcard und Geheimzahl	45
4.14.3	Authentifizierung mit NT LAN-Manager	46
4.14.4	Authentifizierung mit Kerberos.....	46
4.15	Schlussfolgerungen zur Authentifikation.....	46
4.16	Hashfunktionen	47
4.17	Visualisierung der Statistik	48
4.17.1	Scalable Vector Graphics (SVG)	48
4.17.2	Canvas.....	49
4.17.3	Schlussfolgerungen zur Visualisierung	49
5	Konzept für Datenbank und Webanwendung.....	50
5.1	Konzept der Datenbank.....	50
5.2	Konzept der Webanwendung	53
5.2.1	Das Berechtigungsmanagement	53
5.2.2	Die Struktur der Webanwendung.....	53
5.2.2.1	Die Startseite.....	54
5.2.2.2	Die Verwaltung	54
5.2.2.3	Die Anmeldung.....	55
5.2.2.4	Die Behandlung.....	55
5.2.2.5	Das Labor.....	57
6	Umsetzung.....	59
6.1	Die Datenbank	59
6.1.1	Erstellung der Datenbank	59
6.1.2	Erstellung der Tabellen.....	60
6.1.3	Erstellung eines Scripts zur Portierung der Datenbank.....	61
6.2	Erstellung der Online-Anwendung	62
6.2.1	Ansicht der Onlineanwendung	62
6.2.2	Die Startseite.....	63
6.2.3	Die Verwaltung	65

IV		Inhalt
6.2.4	Die Anmeldung	66
6.2.5	Die Behandlung	69
6.2.6	Das Labor	73
6.2.7	Statistische Auswertungen	75
7	Fazit	79
7.1	Bewertung der Umsetzung	79
7.2	Ausblick	80
	Literatur	81
	Anlagen	91
	Anlagen, Teil 1	A-I
	Selbstständigkeitserklärung	

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Digitalisierung	2
Abbildung 2: Das internationale Netzwerk von Ärzte ohne Grenzen	4
Abbildung 3: Dringlichkeit der Behandlung von Patienten.....	8
Abbildung 4: Der Aufnahmeprozess in mobilen Kliniken.....	9
Abbildung 5: Der Behandlungsprozess in mobilen Kliniken	10
Abbildung 6: Der Laborprozess in mobilen Kliniken.....	11
Abbildung 7: Top 20 Systeme - Allgemeinmediziner.....	13
Abbildung 8: DBMS, Popularität pro Datenbankmodell.....	30
Abbildung 9: Prinzipieller Aufbau einer Datentabelle	31
Abbildung 10: Webseiten mit serverseitiger Programmiersprache.....	43
Abbildung 11: Die Oracle Datenbankeditionen	36
Abbildung 12: MySQL-Kunden	36
Abbildung 13: Entwicklung der Datenbank-Lizenzmodelle.....	42
Abbildung 14: Tabellen nach ER-Modell.....	52
Abbildung 15: Startseite und Zugriffsmöglichkeit nach Benutzerrechten.....	54
Abbildung 16: Der Verwaltungsbereich.....	54
Abbildung 17: Der Anmeldebereich	55
Abbildung 18: Die Behandlung	56
Abbildung 19: Das Labor	57
Abbildung 20: Export der Datenbankstruktur	61

Abbildung 21: Aufteilung des Arbeitsbereiches	62
Abbildung 22: Startseite der Anwendung	64
Abbildung 23: Oberfläche des Administrators	65
Abbildung 24: Funktion zum Auffinden von Patientenakten.....	66
Abbildung 25: Ausgabe der Suchfunktion	66
Abbildung 26: Patientenakte	67
Abbildung 27: Modifizierter Kalender.....	68
Abbildung 28: Lebenszeichen	68
Abbildung 29: Verwaltung des Wartezimmers.....	69
Abbildung 30: Komplette Patientenakte	70
Abbildung 31: Zusatzdaten für Kleinkinder	71
Abbildung 32: Auslösung von Laboraufträgen.....	72
Abbildung 33: Laborergebnisse.....	73
Abbildung 34: Labor-Auftragsliste	74
Abbildung 35: Labordateneingabe	74
Abbildung 36: Dringlichkeit pro Tag	76
Abbildung 37: Patienten pro Tag.....	76

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Anforderungen	21
Tabelle 2: Trendentwicklung, RDBMS im Zeitraum 2013 bis 2018	34
Tabelle 3: Kriterien zur Auswahl eines DBMS	40

Abkürzungsverzeichnis

ADO	ActiveX Data Objects
ASP.NET	Active Server Pages.NET
DB	Datenbank
DB2	Data Base 2
DBS	Datenbanksystem
DBMS	Datenbankmanagementsystem
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EU	Europäische Union
JSP	Java server pages
KBV	Kassenärztliche Bundesvereinigung
KV	Kassenärztliche Vereinigungen
MSF	Médicos sin fronteras
MK	Mobile Klinik
PHP	Hypertext Preprocessor
SHA	Secure Hash Algorithm
SQL	Structured Query Language
SVG	Scalable Vector Graphics
UTF	Unicode Transformation Format

1 Einleitung

In den letzten Jahren ist die technische Entwicklung rasant vorangeschritten. Modernste Technologien der Informationstechnik durchdringen alle Bereiche unseres Lebens. Technische Innovationen in Verbindung mit dem Internet führen zu tief greifenden Veränderungen. Modernste Rechentechnik wird zunehmend in Dinge des täglichen Lebens integriert und führt zu intelligenten, vernetzten Produkten. Diese Verbindung führt zu Synergien. Durch kontinuierliche Weiterentwicklung entstehen immer leistungsfähigere, filigranere und preiswertere Systeme, was schließlich zu weiterer Verbreitung führt. „Wirtschaftliche Prozesse finden zunehmend digital statt.“¹

Hier fallen Begriffe wie Internet der Dinge, künstliche Intelligenz, 3D-Druck, virtuelle Realität, Big Data, Cloud-Computing, Digitalisierung. Überall treffen wir auf den digitalen Wandel.

Durch digitalisierte Geschäftsprozesse wird die Präsenz eines Unternehmens verstärkt. Digitale Technologien lassen Unternehmen schneller agieren, reagieren und kooperieren.²

Bestehende Geschäftsmodelle werden durch die digitale Transformation in Frage gestellt. Abbildung 1 zeigt den Zusammenhang.

¹ Gadatsch 2017, S. 1

² Vgl. Gassmann 2016, S. 22

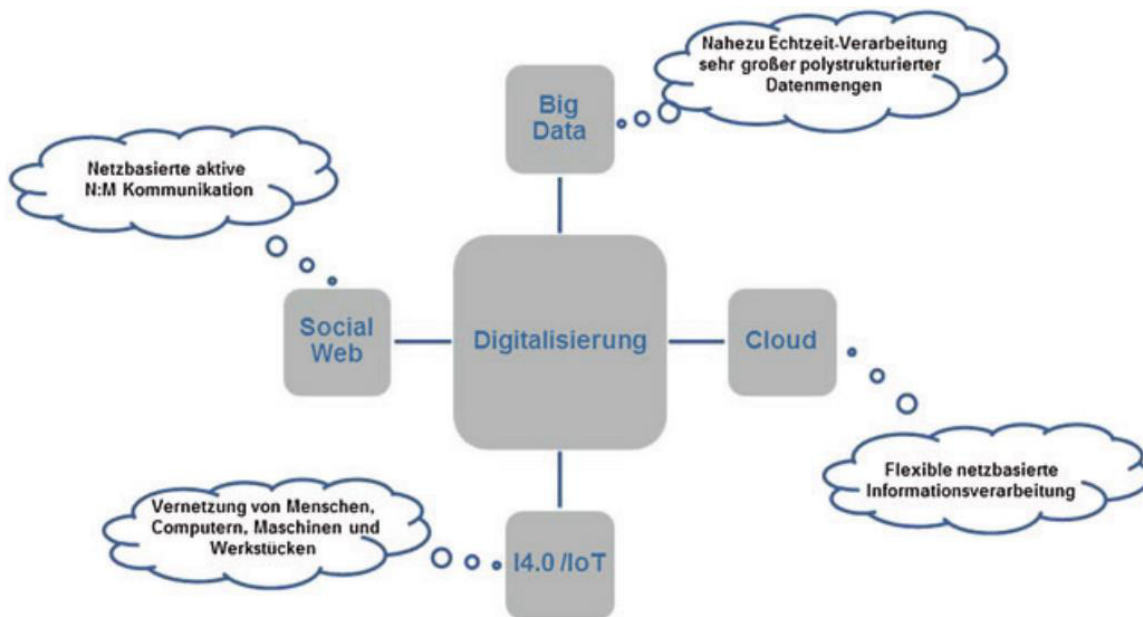


Abbildung 1: Digitalisierung³

„Die Digitalisierung wird u. a. durch die stetig verbesserten Internettechnologien vorangetrieben. [...] Der Mehrwert für Unternehmen resultiert aus den neuen Möglichkeiten, die im privaten und im geschäftlichen Umgang nutzbar sind“⁴

Durch Automatisierung standardisierter Tätigkeiten kommt es zu gravierenden Änderungen, aus denen sich neue Perspektiven ergeben. Siri, Alexa und Cortana sind die Boten einer neuen Arbeitswelt, in der Menschen und Automaten enger zusammenarbeiten und qualifiziertes Personal durch modernste Kommunikationsmittel auch an unattraktiven Standorten zur Verfügung steht.

Zentrales Element der digitalen Transformation ist es bestehende Strukturen und Abläufe zu analysieren, um die Prozesse zu optimieren. Diese Veränderungen machen auch vor Hilfsorganisationen nicht halt. Damit sind Informationssysteme heute von essenzieller Natur.

Ärzte ohne Grenzen ist eine private Hilfsorganisation die 1971 von Ärzten und Journalisten in Paris gegründet wurde. Sie betreibt medizinische Aufklärung, hilft Menschen in Krisen- und Katastrophengebieten, führt Impfkampagnen durch und stellt sauberes Trinkwasser bereit.⁵ Im spanischsprachigen Raum führt sie den Namen Médicos sin Fronteras.

³ Gadatsch 2017, S. 1

⁴ Gadatsch 2017, S. 11

⁵ Vgl. MSFa 2017

Die Organisation ist ein weltweites Netzwerk, das aus 24 Verbänden besteht und durch eine Charta miteinander verbunden ist. 21 Verbände haben den Status einer Sektion und sind damit für die Steuerung und Finanzierung der Projekte verantwortlich. Die Finanzierung erfolgt fast ausschließlich über Spenden. Die einzelnen Sektionen sind operationalen Zentren zugeordnet. Eine internationale Generalversammlung ist das höchste Organ und wird von einer Präsidentin geleitet. Sie ist für die Festlegung der übergeordneten Strategie verantwortlich. Von ihr gefällte Beschlüsse sind für die Mitgliedsverbände verbindlich. Zur Umsetzung der Entscheidungen wird durch die Generalversammlung ein Vorstand gewählt. Dieser stellt sicher, dass die Beschlüsse umgesetzt werden. Abbildung 2 zeigt den Aufbau der Organisation.⁶

Ärzte ohne Grenzen betreut gegenwärtig Projekte in 70 Staaten. In Mittel- und Südamerika gibt es Projekte in: Bolivien, Kolumbien, Honduras und Mexiko.⁷

Seit 1985 ist Ärzte ohne Grenzen auch in Kolumbien vertreten. Kolumbien befindet sich gegenwärtig, nach einem über 50 Jahre währenden bewaffneten Konflikt, auf dem Weg in einen Friedensprozess. Der Konflikt forderte 260.000 Menschenleben. Ca. 7 Millionen Menschen wurden vertrieben oder mussten fliehen. Ärzte ohne Grenzen ist mit Projekten im Südosten des Landes vertreten. Hier geht es um medizinische Grundversorgung und die psychische Betreuung von Gewaltopfern. Einen ebenfalls hohen Stellenwert hat die Behandlung tropischer Krankheiten wie: Gelbfieber, Chagas, Dengue, Malaria, Leishmaniasis und Chikungunya.^{8, 9}

⁶ Vgl. ÄOGa 2017

⁷ Vgl. ÄOGb 2017

⁸ Vgl. MSFa 2017

⁹ Vgl. Zeit 2017

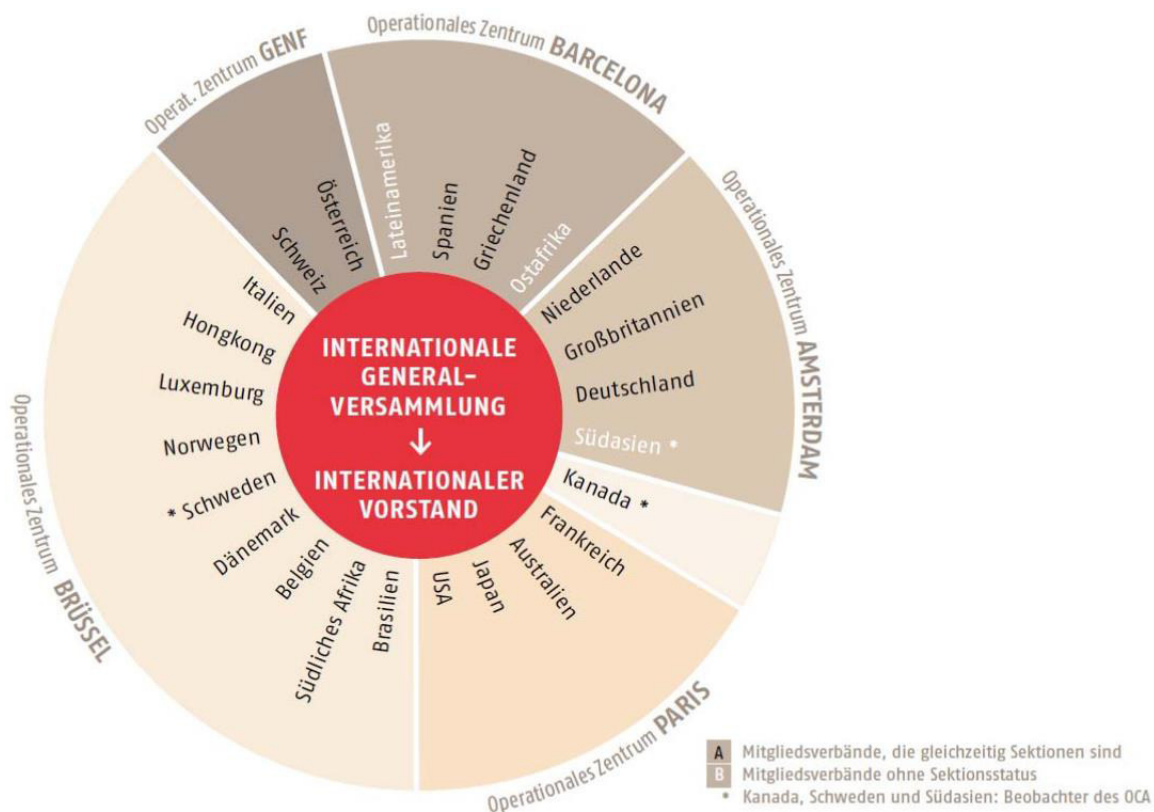


Abbildung 2: Das internationale Netzwerk von Ärzten ohne Grenzen⁶

1.1 Problemstellung

Médecins sans Frontières praktiziert seit vielen Jahren erfolgreich den weltweiten Einsatz von mobilen Kliniken (MK). Dabei werden Personal, medizinisches Equipment, Medikamente und medizinisches Verbrauchsmaterial äußerst flexibel in Krisenregionen oder an schwer zugängliche Orte verlegt. Der Transport erfolgt angepasst an die jeweiligen Bedingungen vor Ort mit Geländewagen, Kanus oder Maultieren. Die Teams bestehen aus Ärzten, Krankenschwestern, Pflegeern, Bakteriologen und Logistikern. Die Personalstärke kann je nach Region und Situation stark variieren.^{10, 11, 12}

¹⁰ Vgl. ÄOGc 2017

¹¹ Vgl. MSFc 2017

¹² Vgl. MSFd 2017

In den mobilen Kliniken werden zurzeit alle Prozesse in Papierform oder auf Basis von Word/Excel abgewickelt. Das bedeutet, dass alle Patientendaten auf Formularen erfasst werden. Das betrifft die Aufnahme der Patienten, die Erfassung der persönlichen Daten, die Festlegung von Dringlichkeiten, die Verwaltung der wartenden Patienten, die Konsultation mit dem Arzt, die Erfassung körperlicher Daten, die Erteilung von Laboraufträgen, die Labordatenerfassung sowie die Erstellung von Statistiken. Bedingt durch die Kombination aus Papier und verfügbarer Office-Software existieren auf dem Server keine eindeutigen und überschaubaren Datenstrukturen. Es existiert ein Datenwildwuchs der zu Unübersichtlichkeit und Dateninkonsistenz führt.

1.2 Zielsetzung

Zielsetzung dieser Diplomarbeit ist es die Arbeitsabläufe in der mobilen Klinik zu analysieren, die in den Prozessen entstehenden Patientendaten zusammenzuführen, zu strukturieren und zentral in einer Datenbank abzulegen. Der Zugriff auf die Datenbank soll über eine Software erfolgen, die den täglichen Arbeitsfluss unterstützt. Da es sich bei Patientendaten um sensible Daten handelt, werden klare Berechtigungsstrukturen in Form einer Rechteverwaltung benötigt, um einen nicht autorisierten Zugriff zu verhindern. Kommunikation und Benutzerführung der Software erfolgen auf Spanisch. Zur Realisierung wird ein Informationssystem benötigt.

Um das Ziel zu erreichen, favorisiert der Verfasser dieser Arbeit zwei Ansätze.

- I. Der optimale Fall wäre es, wenn am Markt ein Produkt existiert, das sich an die Prozesse der mobilen Kliniken anpassen lässt und in das die Daten migriert werden können.
- II. Sollte sich Punkt I nicht realisieren lassen, muss eine geeignete Datenbank und eine Entwicklungsumgebung/Programmiersprache ausgewählt werden. Die zur Kommunikation mit der Datenbank und zur Pflege der Daten nötige Zugriffssoftware muss entwickelt werden.

Bei der Auswahl einer adaptierbaren Lösung nach Punkt I oder der Auswahl einer Datenbank und der Entwicklung der Zugriffssoftware nach Punkt II ist zu beachten, dass das fertige Produkt von Médicos sin Fronteras gewartet und bei Bedarf erweitert werden soll. Da es sich bei MSF um eine Hilfsorganisation handelt, die sich aus Spenden finanziert, sollen die ausgewählten Komponenten nach Möglichkeit kostenneutral sein. Falls Lizenzkosten anfallen, darf dies nur einmalig der Fall sein und es darf nicht zum kontinuierlichen Abfluss finanzieller Mittel führen.

1.3 Aufbau der Arbeit

Kapitel 1 führt in das Thema der Diplomarbeit ein und gibt einen kurzen Überblick über die Inhalte der einzelnen Kapitel.

In **Kapitel 2** werden die Prozesse der mobilen Klinik identifiziert und analysiert. Weiterhin werden Besonderheiten im Prozessablauf beschrieben.

Kapitel 3 setzt sich mit am Markt verfügbarer Software auseinander. Hier wird der Ansatz verfolgt, die Zielstellung durch Migration in ein am Markt bereits etabliertes Produkt zu erreichen. Dafür werden Anforderungen und die Vorgehensweise definiert. Nach Auswahl und Beschreibung geeigneter Kandidaten werden die Einsatzmöglichkeiten bewertet. Da dieser Ansatz nicht zum Erfolg geführt hat werden in **Kapitel 4** Grundlagen betrachtet. Sie dienen dazu Entscheidungen über Datenbankmodelle, Technologien zur Webentwicklung, die Auswahl eines Datenbanksystems, Authentifizierungsverfahren und Einwegfunktionen zu treffen.

Kapitel 5 befasst sich im Detail mit den Konzepten für Datenbank und Online-Anwendung. Hier wird das Entity-Relationship-Modell entwickelt. Zur Gewährleistung des Datenschutzes wird ein Berechtigungsmanagement eingeführt. Weiterhin wird die Nutzerauthentifikation auf der Basis von Sessions beschrieben. Die Struktur der Webanwendung wird erläutert und übersichtlich dargestellt.

In **Kapitel 6** erfolgt die Umsetzung der Konzepte. Die Vorgehensweise bei der Erstellung der Datenbank und der Tabellen wird mit SQL-Anweisungen beispielhaft unterlegt. Gleiches gilt für die Beziehungen der Tabellen untereinander, die mit Primär- und Fremdschlüsseln hergestellt werden. Im Anschluss wird gezeigt, wie mit Hilfe von SQL-Befehlen oder der Oracle-Workbench die Datenbankstruktur exportiert werden kann, um sie zur Portierung auf andere Systeme bereitzustellen. Als Resultat wird das Modell der kompletten Datenbank mit allen Argumenten aufgeführt. Die Webanwendung wird systematisch entwickelt. Es wird dargelegt, wie man vorgehen muss, um ein einheitliches Erscheinungsbild zu erhalten. Das Zusammenspiel des Berechtigungsmanagements mit den Menüs wird ausführlich dargestellt. Für jeden Bereich wird eine Erklärung anhand einer Darstellung gegeben. Komponenten, wie ein Kalender und eine Diagramm-Bibliothek, die keine Eigenentwicklungen sind, werden als solche deklariert. Technische Anpassungen an diesen Komponenten werden beschrieben.

In **Kapitel 7** wird ein Resümee gezogen und ein Ausblick auf weitere sinnvolle Erweiterungen gewagt.

2 Analyse der Prozesse

Im zweiten Kapitel werden die Abläufe der mobilen Klinik analysiert. Weiterhin wird auf einige Besonderheiten eingegangen, die die mobilen Kliniken aufweisen.

So ist es in mobilen Kliniken für Patienten nicht möglich Termine zu vereinbaren aber jeder Patient, der um Hilfe bittet, wird auch behandelt. Weiterhin werden keine Rechnungen gestellt, auch nicht wenn der Patient über eine Krankenversicherung verfügt. Das Vorhandensein einer Krankenversicherung wird allerdings dokumentiert. Es dient gegenüber staatlichen Stellen als Argumentationshilfe, um darauf hinzuweisen, dass in bestimmten Landesteilen auch versicherte Personen keinen ausreichenden Zugang zu medizinischer Versorgung haben.

Die Abläufe lassen sich in drei Prozesse unterteilen. Die Aufnahme des Patienten, seine Behandlung und mögliche Laboruntersuchungen.

2.1 Der Aufnahmeprozess

Der Aufnahmeprozess beginnt mit dem Erscheinen des Patienten in der mobilen Klinik. Zuerst wird erfragt, ob der Patient die mobile Klinik zum ersten Mal aufsucht oder ob es sich um einen Wiederholungsbesuch handelt. Hier erfolgt die Unterscheidung zwischen Neu- und Bestandspatient. Damit wird eine existierende Patientenakte herausgesucht oder eine neue angelegt. Somit unterteilt sich der Aufnahmeprozess für Neu- und Bestandspatienten.

2.1.1 Der Aufnahmeprozess für neue Patienten

Erscheint der Patient erstmalig in der mobilen Klinik, wird eine neue Patientenakte angelegt. In ihr werden zuerst die persönlichen Daten erfasst. Im nächsten Schritt erfolgt die Erfassung der Verbindungsdaten.

Bei allen Katastrophen oder Flüchtlingsbewegungen der letzten Jahre hat sich gezeigt, dass fast jeder über Kommunikationsmittel verfügt und so telefonisch zu erreichen ist oder Zugriff auf das Internet hat. Aus diesem Grund werden neben Telefonnummern auch E-Mail-Adressen erfasst.

Danach erfolgt die Erfassung der Notfalldaten. Diese sind wichtig um Angehörige im Notfall informieren zu können. Nachdem die Notfalldaten erfasst wurden, werden die Lebenszeichen gemessen und dokumentiert.

Zum Abschluss des Aufnahmeprozesses wird die Dringlichkeit der Behandlung festgelegt und der Patient begibt sich in den Wartebereich.

Die Kriterien zur Festlegung der Dringlichkeit unterteilen sich in fünf Stufen und sind in Abbildung 3 dargestellt. Das System variiert je nach Land und wird international als Triage bezeichnet.

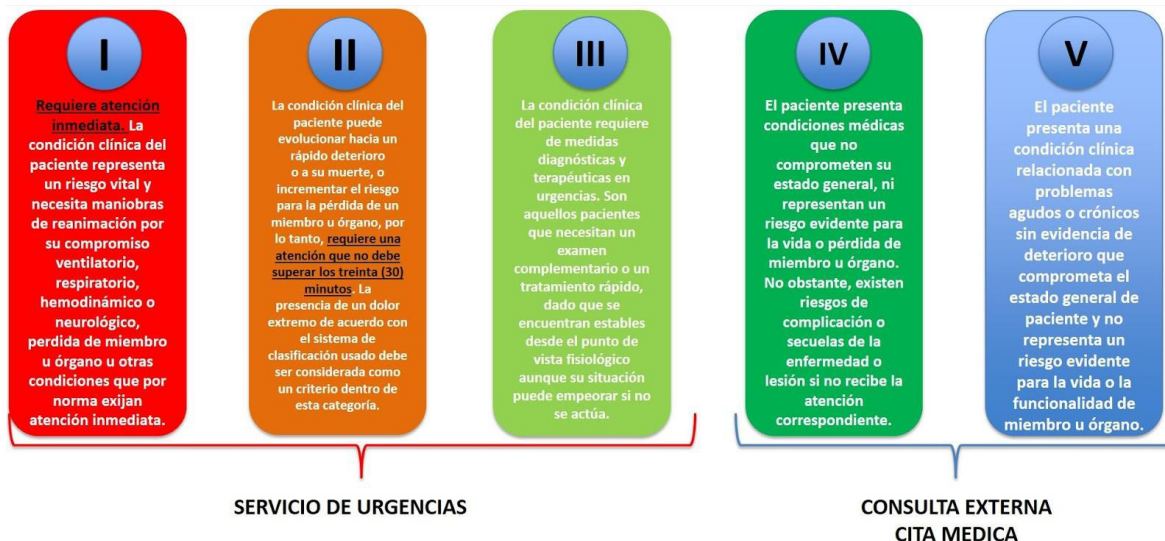


Abbildung 3: Dringlichkeit der Behandlung von Patienten¹³

2.1.2 Der Aufnahmeprozess für Bestandspatienten

Erscheint ein Bestandspatient, werden nach dem Heraussuchen der entsprechenden Patientenakte die persönlichen Daten auf Aktualität geprüft und gegebenenfalls aktualisiert. Prüfung und Aktualisierung erfolgen ebenfalls für die Verbindungs- und Notfalldaten.

Nachdem die Notfalldaten abgeglichen wurden, werden die Lebenszeichen gemessen und die Dringlichkeit der Behandlung wird festgelegt.

Zum Abschluss des Aufnahmeprozesses begibt sich der Patient in den Wartebereich. Der gesamte Aufnahmeprozess ist in Abbildung 4 nach Nassi-Shneiderman dargestellt.

¹³ Vgl. MDS 2017

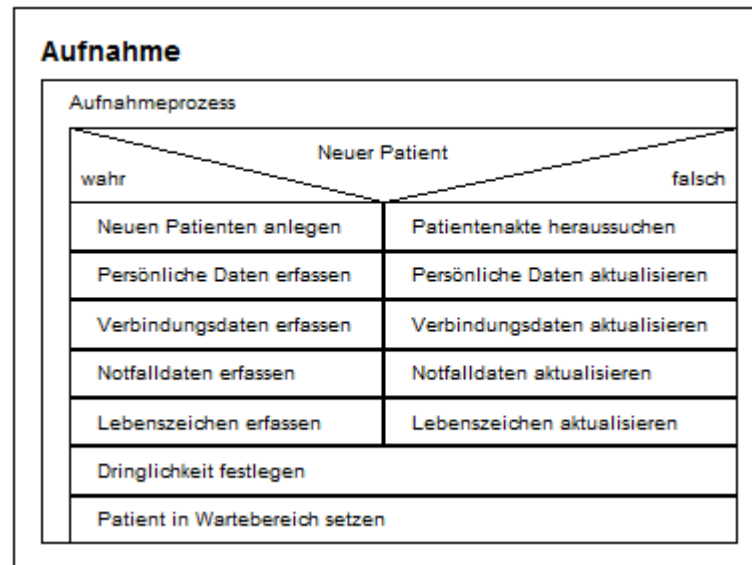


Abbildung 4: Der Aufnahmeprozess in mobilen Kliniken

2.2 Der Behandlungsprozess

Der Behandlungsprozess beginnt mit der Entscheidung des behandelnden Arztes für einen bestimmten Patienten. Dabei muss es sich jedoch nicht um den Patienten handeln, der zuerst die Aufnahmeprozedur durchlaufen hat. Der Arzt wählt den Patienten vielmehr nach der Dringlichkeit, der bisherigen Wartezeit und seinem Alter aus. Der Patient wird daraufhin in das Behandlungszimmer gebeten. Der Ablauf variiert danach, ob es sich um einen Neu- oder Bestandspatienten handelt.

2.2.1 Der Behandlungsprozess für neue Patienten

Der Arzt beginnt mit der Anamnese. Dabei werden familiäre und persönliche Vorerkrankungen, erfragt und dokumentiert. Handelt es sich bei den Patienten um Kinder unter 6 Jahren oder Frauen unter 50 Jahren, werden zusätzlich bestimmte Daten für diese Personengruppe erfragt und dokumentiert. Danach werden nachweisbare Impfungen erfasst. Weiterhin dokumentiert der Arzt den Besuchsgrund sowie den aktuellen Krankheitsverlauf. Nach Abschluss wird der Patient körperlich untersucht. Falls zur Erstellung der Diagnose Labordaten erforderlich sind, wird ein Laborauftrag ausgelöst. Laboraufträge erfordern die erneute Vorstellung des Patienten. Sind alle erforderlichen Informationen vorhanden, kann eine Diagnose gestellt und ein Behandlungsplan aufgestellt werden.

2.2.2 Der Behandlungsprozess für Bestandspatienten

Vor dem Beginn der Anamnese sichtet der Arzt die Krankengeschichte des Patienten. Liegen Laborbefunde vor, werden diese ebenfalls gesichtet. Falls der letzte Arztbesuch länger zurück liegt werden mögliche Folgeerkrankungen und Impfungen seit der letzten Behandlung erfragt. Danach dokumentiert der Arzt den Besuchsgrund und den Krankheitsverlauf. Im Anschluss an die körperliche Untersuchung wird die Diagnose gestellt. Sind dafür Labordaten erforderlich werden sie dem Patienten erklärt. Bei Bedarf werden weitere Laboraufträge ausgelöst. Abbildung 5 zeigt den Behandlungsprozess.

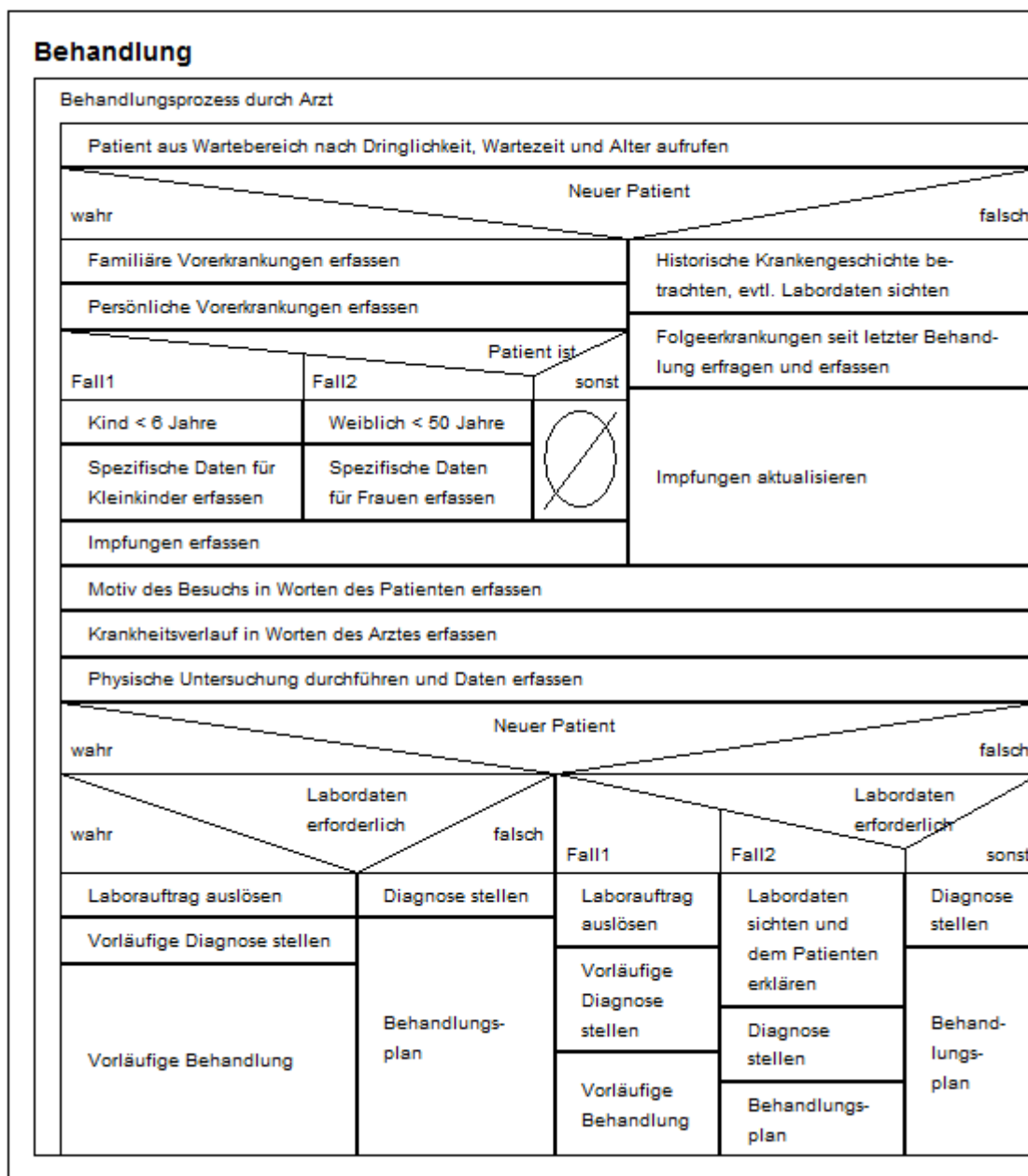


Abbildung 5: Der Behandlungsprozess in mobilen Kliniken

2.3 Der Laborprozess

Zum sicheren Nachweis vieler Krankheiten sind Laboruntersuchungen notwendig. Aus diesem Grund verfügen mobile Kliniken über ein Labor in dem viele Untersuchungen durchgeführt werden können. Der Laborprozess wird durch den Auftrag eines Arztes ausgelöst. Es werden Proben genommen und analysiert. Die Labor-daten werden erfasst und dem Arzt zur Verfügung gestellt. Der Laborprozess ist in Abbildung 6 dargestellt.

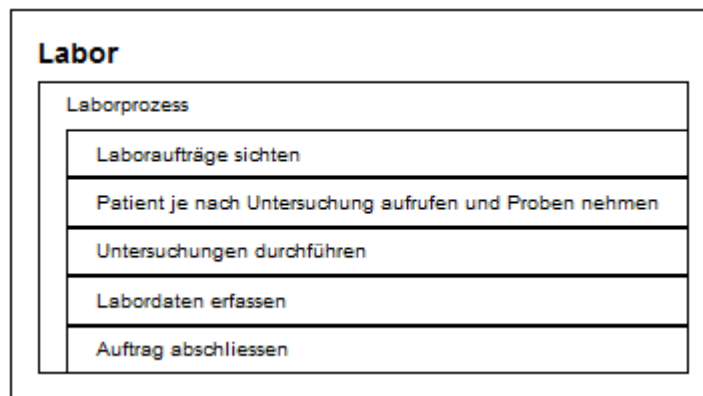


Abbildung 6: Der Laborprozess in mobilen Kliniken

3 Am Markt verfügbare Software

In diesem Kapitel soll untersucht werden, ob sich die Zielsetzung aus Kapitel 1.2 nach Ansatz I realisieren lässt.

3.1 Vorüberlegungen

Softwarefirmen wie Microsoft, Oracle, IBM, SAP, Symantec u. a. sind seit vielen Jahren erfolgreich am Markt tätig und vertreiben ihre Produkte weltweit. Die Software ist dabei so universell ausgelegt, dass sie sich problemlos auf fast jede Gegebenheit anpassen lässt. Da durch die Europäische Union (EU) seit Jahren EU-Richtlinien verabschiedet werden, die zur Harmonisierung des europäischen Rechts führen und für die Mitgliedsstaaten verbindlich sind, besteht die Aussicht, im europäischen Raum eine geeignete Software zu finden. In Deutschland geeignete Ansprechpartner sind die Kassenärztlichen Vereinigungen.

3.2 Die Kassenärztlichen Vereinigungen (KV)

Alle in Deutschland praktizierenden Ärzte sind kassenärztlichen Vereinigungen angeschlossen, die sich mit wenigen Ausnahmen an den Bundesländern orientieren. Auf Bundesebene werden sie durch die Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV) vertreten. Die KBV sieht sich als die politische Interessenvertretung der Vertragsärzte,^{14, 15} gleichzeitig zertifiziert sie Praxissoftware und publiziert Zulassungslisten für Praxisverwaltungssysteme. Damit ist sie ein guter Anlaufpunkt bei der Suche nach geeigneter Software. Auf ihrer Webseite werden Zulassungslisten und Installationsstatistiken bereitgestellt.

Die Installationsstatistiken sind nach den einzelnen kassenärztlichen Vereinigungen und nach Arztgruppen unterteilt. Abbildung 7 zeigt die Top 20 der Systeme für Allgemeinmediziner.

Im Geltungsbereich der KBV darf nur von ihr zertifizierte Software eingesetzt werden.¹⁶

¹⁴ Vgl. KBVa 2017

¹⁵ Vgl. WIPEa 2017

¹⁶ Vgl. KBV1 2016, Seite 7

Da jedes von der KBV zugelassene Programm über eine Zulassungsnummer verfügt, welche beim Datenaustausch mit übertragen wird, bilden die Statistiken eine gute Übersicht über die Anzahl der Installationen pro Quartal.

Um eine Auswahl zu treffen, werden zunächst die Anforderungen definiert.

IT in der Arztpraxis

KBV

TOP 20 Systeme - Allgemeinmediziner

Die 20 führenden Systeme in dieser Fachgruppe. Stand: 31.12.2016

Rang	Praxissoftware	Anbieter	Zusatzbezeichnung	Installationen 4. Quartal 2016	%-Anteil 4. Quartal 2016	Installationen 4. Quartal 2015	%-Anteil 4. Quartal 2015
1	TURBOMED	CompuGroup Medical Deutschland AG	CGM TURBOMED	4.134	17,40%	4.201	17,36%
2	MEDISTAR	CompuGroup Medical Deutschland AG	Geschäftsbereich MEDISTAR	3.112	13,09%	3.198	13,21%
3	x.isynet	medatbox GmbH & Co. KG		2.508	10,55%	2.548	10,53%
4	x.concept	medatbox GmbH & Co. KG		1.999	8,41%	2.043	8,44%
5	x.comfort	medatbox GmbH & Co. KG		1.908	8,03%	2.008	8,30%
6	ALBIS	CompuGroup Medical Deutschland AG	Geschäftsbereich ALBIS	1.815	7,64%	1.892	7,82%
7	QUINCY WIN	Frey ADV GmbH		1.392	5,86%	1.410	5,83%
8	COMPUMED M1	CompuGroup Medical Deutschland AG	Geschäftsbereich Arztsysteme	1.264	5,32%	1.316	5,44%
9	EL - Elaphe Longissima	Softland GmbH		581	2,45%	583	2,41%
10	DURIA	Duria eG		561	2,36%	565	2,34%
11	S3-Win	S3 Praxiscomputer GmbH / Armin Flender		533	2,24%	536	2,21%
12	Data-AL	Data-AL GmbH		458	1,93%	452	1,87%
13	Medical Office	INDAMED EDV-Entwicklung und Vertrieb GmbH		457	1,92%	387	1,60%
14	PegaMed	PEGA Elektronik GmbH		356	1,50%	344	1,42%
15	easymed	promedico - Computer für Medizin GmbH		315	1,33%	342	1,41%
16	DATA VITAL	CompuGroup Medical Deutschland AG	Geschäftsbereich Arztsysteme	289	1,22%	321	1,33%
17	EVA	Abasoft	EDV-Programme GmbH	221	0,93%	222	0,92%
18	PROFIMED	PRO MEDISOFT AG		220	0,93%	228	0,94%
19	Arztpraxis Wiegand	APW-Wiegand - Med. Software Entwicklung und Vertrieb GmbH		215	0,90%	239	0,99%
20	Praxis-Programm	MediSoftware Computersysteme für Ärzte	Einzelunternehmen, Herr Jan Meincke	201	0,85%	203	0,84%
Gesamt				23.765	100,00%	24.202	100,00%

Abbildung 7: Top 20 Systeme - Allgemeinmediziner¹⁷

3.3 Definition der Anforderungen

Die Seiten der Kassenärztlichen Bundesvereinigung weisen eine Vielzahl von Programmen mit unterschiedlichem Funktionsumfang auf. Hier sind namhafte Anbieter wie SAP ebenso vertreten wie Universitätskliniken, Krankenhäuser und niedergelassene Ärzte, die ihre eigene Praxissoftware entwickeln und anbieten. Nachfolgend werden die Eckpunkte definiert, die zur Auswahl herangezogen werden sollen.

¹⁷ KBVb 2017

3.3.1 Anforderungen an die Prozessunterstützung

In Kapitel 2 wurden die Abläufe der mobilen Klinik analysiert und dargelegt. Diese Prozesse stellen den normalen Ablauf und damit die gelebte Realität dar. Es ist wichtig, dass diese Prozesse in dieser Form abgebildet und damit unterstützt werden. Daraus resultiert auch die Existenz von zwei eigenständigen Wartezimmerlisten für, den Anmelde- und den Laborprozess.

3.3.2 Anforderungen an Installation und Produktpflege

Programme, die als Desktopversionen zur Verfügung stehen, müssen durch autorisiertes Personal mit administrativen Rechten installiert werden. An schwer erreichbaren Einsatzorten ohne Verbindung zum Internet ist das mitunter nicht möglich. Daher ist ein Programm, das im Browser ausgeführt werden kann vorteilhaft.

Das Produkt soll von Médicos sin Fronteras gepflegt und bei Bedarf angepasst und erweitert werden können. Ein modularer Aufbau ist daher wünschenswert.

3.3.3 Anforderungen an Datenspeicherung, -zugriff und -sicherheit

Mobile Kliniken müssen aufgrund unvorhersehbarer Ereignisse (z. B. Choleraepidemie in Haiti) oft sehr schnell bereitgestellt oder verlegt werden. Die Einsatzgebiete sind mitunter schwer zu erreichen. Da das einzige Kommunikationsmittel oft das Satellitentelefon ist, muss die Datenspeicherung zwingend auf einem lokalen Server erfolgen. Eine Auslagerung von Daten in eine Cloud darf nicht erfolgen.

Patientendaten sind sensible Daten. Um dem Datenschutz gerecht zu werden wird eine Benutzerverwaltung benötigt. Weiterhin muss nachvollziehbar sein, welcher Benutzer welche Einträge generiert hat.

3.3.4 Anforderungen an mögliche Lizenzen

Bei Médicos sin Fronteras handelt es sich um eine private Hilfsorganisation, die sich überwiegend durch Spenden finanziert. Mögliche Lizenzkosten sollten deshalb möglichst gering ausfallen. Weiterhin dürfen Lizenzmodelle nur zu einmaligen Zahlungen und nicht zum ständigen Abfluss finanzieller Mittel führen.

Im Falle von Epidemien wird versucht, die Personalstärke schnell an die Gegebenheiten anzupassen. Deshalb darf die Anzahl der Ärzte und Bakteriologen nicht eingeschränkt sein.

3.3.5 Anforderungen zur Benutzersprache

Das vorgesehene Einsatzgebiet ist der lateinamerikanische Raum, die Benutzersprache ist Spanisch.

3.3.6 Anforderungen an die Produktreife

Das Produkt sollte soweit ausgereift sein, dass es stabil arbeitet. Es sollte mindestens fünf Jahre am Markt sein und über mehr als 3000 Installationen verfügen. Dies soll auch sicherstellen, dass ein einmal eingeführtes Produkt nicht morgen vom Markt genommen wird.

3.3.7 Anforderungen an statistische Funktionen

Es werden Statistiken über die Dringlichkeit pro Tag und die Anzahl der Patienten pro Tag und pro Monat benötigt.

3.4 Vorgehensweise zur Softwareauswahl

Die Arbeit in den mobilen Kliniken ist vielfältig und immer an besondere Einsatzbedingungen angepasst. Das Aufgabengebiet lässt sich mit der Fachrichtung Allgemein- und Familienmedizin beschreiben. Deshalb dienen die Installationsstatistiken der KBV als Grundlage. Hier werden die vier am häufigsten installierten Softwareprodukte betrachtet, die gleichzeitig in der Rubrik

- TOP 20 Systeme – Allgemeinmediziner oder
- TOP 20 Systeme – Praktiker

aufgeführt sind. Gleichzeitig werden die vier im geplanten Einsatzgebiet am meisten verbreiteten lokalen Produkte betrachtet, die nach den Anforderungen des Ministerio de Salud entwickelt wurden. Diese acht Softwareprodukte werden an den Anforderungen unter Punkt 3.3 gemessen und bewertet.

3.5 Programme

Bei jedem nachfolgend aufgeführten Programm handelt es sich um für die ärztliche Praxis bestimmte Software. Die Programme wurden nach den Kriterien unter Punkt 3.4 ausgewählt.

3.5.1 Medistar¹⁸

Die Software Medistar wird vom Hersteller, der CompuGroup Medical Deutschland AG, als Arztinformationssystem vertrieben. Sie wird in der Installationsstatistik der KBV auf Platz 1 geführt. Bei Allgemeinmediziner*innen und praktischen Ärzt*innen ist sie, mit den Plätzen 2 und 3, ebenfalls sehr beliebt. Die Firma verfügt über mehr als 4200 Mitarbeiter.

Der Hersteller hat Standorte in 19 Ländern und vertreibt seine Produkte in 40 Staaten. Der spanischsprachige Raum wird ebenfalls beliefert.

Nach Angaben des Herstellers wird das Programm seit 1990 deutschlandweit in mehr als 15.000 Praxen von mehr als 25.500 Ärzt*innen eingesetzt. International werden 400.000 Kunden ausgewiesen.

Das Programm verfügt über einen modularen Aufbau. Facharztmodule können nachgerüstet werden. Statistische Auswertungen sind ebenso vorhanden wie eine Nutzer- und Labordatenverwaltung. Eine Weboberfläche steht nicht zur Verfügung.

Als Betriebssystem ist ausschließlich Microsoft Windows zugelassen. Als Datenbank wird Oracle verwendet.

Neben dem Kaufpreis sind monatliche Wartungskosten zu tragen. Für jeden Arzt ist eine Lizenz erforderlich.

3.5.2 Turbomed¹⁹

Turbomed ist ein Arztinformationssystem, dass in der Installationsstatistik der KBV auf Platz 2 geführt wird. Bei Allgemeinmediziner*innen und praktischen Ärzt*innen belegt es Platz 1.

¹⁸ CGMDa 2017

¹⁹ CGMDB 2017

Der Hersteller ist ebenfalls die CompuGroup Medical Deutschland AG, die schon das Produkt unter Punkt 3.5.1 anbietet. Dementsprechend gestaltet sich auch der Verbreitungsraum und die Verfügbarkeit für andere Sprachen.

Das Programm ist nach Angaben des Herstellers seit 20 Jahren am Markt verfügbar und wird in deutschlandweit 23.000 Praxen eingesetzt. Statistische Auswertungen, Nutzer- und Labordatenverwaltung sind integriert. Durch den modularen Aufbau kann es um Facharztmodule erweitert werden. Eine Zugriffsmöglichkeit über eine Weboberfläche besteht nicht.

Als Betriebssystem wird Microsoft Windows und Linux unterstützt. Als Datenbank wird der SQL-Server von Microsoft verwendet.

Zur Installation und Einrichtung ist Unterstützung durch den Hersteller erforderlich. Neben dem Kaufpreis ist eine monatliche Softwarenutzungs-Pflegegebühr zu entrichten. Jeder Arzt benötigt eine Lizenz.

3.5.3 x.isynet²⁰

Die Software x.isynet wird vom Hersteller, der medatixx GmbH & Co. KG, als Praxissoftware beworben. In der Installationsstatistik der KBV erscheint Sie auf Platz 4. Bei Allgemeinmedizinerinnen und praktischen Ärzten belegt sie die Plätze 3 und 4. Die Firma verfügt über 600 Mitarbeiter.

Das Unternehmen verfügt über keine ausländischen Standorte und ist im spanischsprachigen Raum nicht vertreten.

Das Programm wird deutschlandweit in fast 17.000 Praxen eingesetzt und ist seit 25 Jahren verfügbar.

Facharztlösungen können durch den modularen Aufbau integriert werden. Bei diesem Programm fällt auf, dass Programmteile die normalerweise zum Grundprogramm gehören hier als einzelne kostenpflichtige Module angeboten werden. Eine Labordatenerfassung ist ebenso wie eine Nutzerverwaltung vorhanden. Zur Einrichtung ist Unterstützung durch den Hersteller erforderlich. Zugriff über eine Weboberfläche wird nicht unterstützt.

Die Datenspeicherung erfolgt geteilt. Persönliche Daten werden auf dem Praxisrechner in einer SQL-Datenbank abgelegt, Stammdaten und Formulare in der Cloud.

²⁰ METIa 2017

Neben dem Kaufpreis fallen monatliche Kosten an. Pro Arzt ist eine Lizenz erforderlich.

3.5.4 x.concept²¹

Die Praxissoftware x.concept befindet sich in der Installationsstatistik auf Platz 6. Bei Allgemeinmedizinerinnen und praktischen Ärzten auf den Plätzen 4 und 6. Hersteller ist ebenfalls die unter Punkt 3.5.3 aufgeführte medatixx GmbH & Co. KG.

Das Programm wird deutschlandweit von fast 11000 Medizinerinnen eingesetzt. Durch den modularen Aufbau können Facharztmodule nachgerüstet werden. Nutzer- und Labordatenverwaltung sind vorhanden.

Als Betriebssystem wird Microsoft Windows, als Datenbank der SQL-Server verwendet. Neben dem Kaufpreis fallen monatliche Kosten an. Pro Arzt ist eine Lizenz erforderlich.

3.5.5 Médico²²

Bei der Software Médico handelt es sich um Praxissoftware für niedergelassene Ärzte. Sie ist modular aufgebaut und besteht aus mehr als 50 Modulen. Bestandteile sind Terminplanung, Erfassung persönlicher und körperlicher Daten, Krankengeschichte, Medikamentenplan, Rezepterstellung, Diagnoseschlüssel und Nutzerverwaltung. Weiterhin können Fotos und externe Dokumente aufgenommen werden.

Das Programm befindet sich komplett in einer Cloud. Damit ist auf dem Rechner keine Installation erforderlich. Bedienung und Dateneingaben erfolgen über eine Weboberfläche. Die erstmalige Konfiguration erfolgt durch den Anbieter, der zur erstmaligen Bereitstellung bis zu einer Woche benötigt.

Der Anbieter versteht sein Produkt als Service. Deshalb fallen neben dem Kaufpreis monatliche Kosten an, welche modulabhängig sind.

²¹ METIb 2017

²² INTEG 2017

3.5.6 Medisoft²³

Medisoft ist eine Praxissoftware, die für niedergelassene Ärzte entwickelt wurde. Sie wird als benutzerfreundlich und einfach bedienbar beworben. Bestandteile sind ein Terminplaner, die Krankengeschichte, ein Abrechnungsmodul, grafische Auswertungen, die Verwaltung externer Dokumente sowie eine Nutzerverwaltung.

Programm und Patientendaten befinden sich in der Cloud. Der Zugriff erfolgt über eine Weboberfläche.

Es handelt sich um Mietsoftware, bei der monatliche Kosten anfallen. Eine Lizenz beinhaltet den Zugriff für zwei Nutzer.

3.5.7 Softmedica²⁴

Beim Programm Softmedica handelt es sich um eine Software mit modularem Aufbau, die für Kliniken und Praxen angeboten wird. Die Unterstützung für den Praxisbetrieb fällt neben Terminplanung, Patientenprofil, Statistik, Krankengeschichte und Administration recht umfangreich aus. So steht ebenfalls ein Modul für Labordaten zur Verfügung. Weiterhin fällt auf, dass eine Vielzahl von medizinischen Fachrichtungen angeboten wird.

Es handelt sich um Software in der Cloud. Der Zugriff erfolgt über eine Weboberfläche. Die Nutzeranzahl ist lizenzabhängig. Für die Lizenz fallen monatliche Kosten an.

3.5.8 Medilink²⁵

Medilink ist eine Software für medizinische Zentren und niedergelassene Ärzte. Der Hersteller verweist bei medizinischen Zentren auf über 1500 Kunden. Die Software ist modular aufgebaut und wird in der Cloud zur Verfügung gestellt. Der Zugriff erfolgt über eine Weboberfläche. Zur Unterstützung stehen Module der Gebiete: Terminplanung, Patientendaten, Krankengeschichte, Statistik und Rechnungslegung zur Verfügung. Zur Nutzung ist eine Lizenz erforderlich. Die Lizenzen unterscheiden sich im Funktionsumfang und der Anzahl der Nutzer. Labordaten können ebenfalls verarbeitet werden. Allerdings nur mit der teuersten Lizenz.

²³ MEDI 2017

²⁴ SOLO 2017

²⁵ MEDic 2017

3.6 Bewertung der Einsatzmöglichkeit

Bei der unter Punkt 3.5 aufgeführten Praxissoftware handelt es sich um auf das Einsatzgebiet Allgemeinmedizin zugeschnittene Software. Es sind die Produkte, die am häufigsten eingesetzt wurden und damit eine weite Verbreitung haben. Vergleicht man die Daten der Installationsstatistik aus den Jahren 2015 und 2016 miteinander, so sieht man, dass die Produkte, die 2015 die ersten Plätze belegten auch 2016 auf den ersten Plätzen zu finden sind und damit eine weite Verbreitung haben.

Unter Punkt 3.3 wurden die Anforderungen definiert, die von den Kandidaten erfüllt werden müssen, damit sie erfolgreich eingesetzt werden können. In Tabelle 1 wird gegenübergestellt, inwieweit die Kandidaten die Anforderungen erfüllen.

Kriterien	Medistar	Turbomed	x.isynet	x.concept	Médico	Medisoft	Softmedica	Medilink
Prozessunterstützung	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓
Bedienung über Weboberfläche	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓
Modularer Aufbau	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Erweiterbar	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Datenspeicherung auf lokalem Server	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗
Benutzerverwaltung	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Keine monatlichen Lizenzkosten	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Anzahl der Nutzer nicht beschränkt	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Benutzersprache Spanisch	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓
Mindestens 5 Jahre am Markt verfügbar	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Über 3000 Installationen	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Labordatenverwaltung	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓
Statistik	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Anforderungen

Es hat sich gezeigt, dass es sich bei medizinischer Software um ein sehr spezielles Gebiet handelt. Softwareprodukte wurden von großen Anbietern aufgekauft und neu ausgerichtet. So ist zu erklären, dass die vier am weitesten verbreiteten Anwendungen von nur zwei Firmen stammen. Dabei wurden Anwendungsteile, die

bei einigen Anbietern zur Basis gehören bei anderen Anbietern zum kostenpflichtigen Extra. In Internetforen wie „vondoczudoc.de“ beklagen Ärzte eine intransparente und nicht nachvollziehbare Kostenstruktur. Sie bescheinigen einigen Anwendungen aber auch klar strukturiert und schnell zu sein.

In Sachen Prozessunterstützung eignen sich von den untersuchten acht Anwendungen nur vier. Dabei fällt besonders die Anwendung Medistar auf. Sie ist äußerst flexibel aufgebaut und lässt sich ohne Unterstützung des Herstellers flexibel anpassen. Damit ist das Produkt äußerst zukunftssicher.

Ein Zugriff über die Weboberfläche ist nur bei den Anwendungen möglich, die die Daten in einer Cloud ablegen. Die Datenspeicherung in der Cloud ist jedoch nach Punkt 3.3.3 aus Gründen der Verfügbarkeit und des Datenschutzes ausgeschlossen.

Allen Anwendungen gemein ist, dass sie modular aufgebaut sind und sich gut erweitern lassen. Ebenso verfügen sie alle über ein System zur Verwaltung von Nutzerrechten und zur Erstellung grafischer Auswertungen. Die grafischen Auswertungen sind vom Umfang her verschieden angelegt. Alle Anwendungen sind seit mehr als fünf Jahren am Markt verfügbar und vereinen einen Großteil der Installationen auf sich.

Die Verwaltung von Labordaten ist nicht in allen Anwendungen vorhanden. In der Anwendung Medilink kann sie mit der teuersten Lizenz nachgerüstet werden.

Ein wesentlicher Punkt sind die Lizenzmodelle. Das Einsatzgebiet der gesuchten Anwendung erfordert nach Punkt 3.3.4, dass die Anzahl der Ärzte und Bakteriologen nicht beschränkt sein darf. Dieser Punkt ist bei keiner der Anwendungen gegeben. Das betrifft ebenfalls monatlich wiederkehrende Lizenzkosten, die durch den Auftraggeber ausgeschlossen wurden.

Abschließend kann festgestellt werden, dass sich der Ansatz I aus der Zielsetzung aufgrund der unter Punkt 3.3 definierten Anforderungen nicht realisieren lässt. Als größtes Hindernis erweisen sich hier die Lizenzmodelle. Aus diesem Grund wird Ansatz II verfolgt. Dafür müssen zunächst Grundlagen betrachtet werden.

4 Grundlagen und Begriffsbestimmungen

Im vierten Kapitel werden wesentliche Begriffe bestimmt und Grundlagen betrachtet. Es soll dazu dienen, den Stand der Technik zu bewerten, um ein geeignetes Informationssystem zu entwickeln, dass die unter Punkt 2 analysierten Prozesse abbildet.

4.1 Das Informationssystem

Ein Informationssystem besteht im Allgemeinen aus einer Datenverarbeitungsanlage, Software und einer Datenbank. Es ist ein System zur Erfassung, Speicherung, Übertragung und Verarbeitung von Informationen mit dem Ziel der Informationsbereitstellung für die Systembenutzer. Die Information ist damit der zentrale Gegenstand.^{26, 27, 28}

Medizinische Informationssysteme umfassen alle Anwendungen zur fachärztlichen Dokumentation und Organisation. Aufgrund von spezifischen Funktionalitäten und Fachrichtungen kann eine Unterteilung in Fachabteilungssysteme erfolgen. Durch Kommunikation der Systeme untereinander soll idealerweise eine elektronische Krankenakte mit allen Behandlungsdokumenten ermöglicht werden.^{29, 30}

Der Begriff des Informationssystems hat sich im Laufe der Zeit gewandelt. Er stand ursprünglich für Dokumentation und Archivierung. Heute geht die Entwicklung zum soziotechnischen System, bei dem der Mensch ein wesentlicher Bestandteil ist. Informationssysteme führen allerdings zu veränderten Aufgabenspektren und zu sich transformierenden betrieblichen Prozessen.³¹ Im Zentrum steht die Information.

²⁶ Vgl. Duden 2006, S. 879

²⁷ Vgl. Hansen 2015, S. 7

²⁸ Vgl. Hansen 2015, S. 49

²⁹ Vgl. Kramme 2017, S. 777ff

³⁰ Vgl. Johnner 2015, S. 199

³¹ Vgl. Haas 2005, S. 19ff

4.2 Die Information

Zur Information findet man viele Definitionen, die sich jeweils auf ein spezielles Gebiet beziehen.

Allgemein handelt es sich um eine Nachricht, eine Auskunft oder eine Belehrung und damit um eine Unterrichtung über eine bestimmte Sache. Jemand wird über etwas Wissenswertes in Kenntnis gesetzt.³² Es ist eine Mitteilung über vergangene, gegenwärtige oder zukünftige Ereignisse, die einem Empfänger von einem Sender übermittelt wird.

In der Informationstheorie versteht man darunter den Informationsgehalt einer Nachricht, welcher nur von der Auftrittswahrscheinlichkeit abhängt. Folglich besitzen seltene Nachrichten einen hohen Informationsgehalt. Shannon sagte: „whatever resolves uncertainty is information“.^{33, 34}

Die Wirtschaftsinformatik versteht darunter, zweckgerichtetes oder zielorientiertes Wissen, das den Empfänger der Nachricht zu einer Reaktion veranlasst.³⁵

Die Medizintechnik versteht darunter, dass dem Empfänger für ihn bisher Unbekanntes mitgeteilt wird.³⁶ Der Begriff der Information wird also von jedem Fachgebiet für seine speziellen Anforderungen definiert. Für die Informationstechnik hat es Geisler recht allgemein und treffend zugleich geschrieben: „Informationen setzen sich aus Daten zusammen“³⁷

4.3 Daten

Daten sind gespeicherte Informationen, die durch eine geordnete Folge von Zeichen dargestellt werden. Sie repräsentieren Fakten. Für sich allein besitzen sie einen geringen Informationsgehalt. Um aus Daten Informationen zu generieren, müssen sie verarbeitet, und damit in einen Zusammenhang gebracht werden. Erst

³² Vgl. Duden 2006, S. 878

³³ Vgl. Klußmann 2007, S. 375

³⁴ Vgl. SHAN 2017

³⁵ Vgl. Stahlknecht 2006, S. 10

³⁶ Vgl. Zauner 2008, S.

³⁷ Geisler 2011 S. 19

durch die Verknüpfung der Daten entstehen Informationen. Wird der Zusammenhang geändert, ändern sich auch die Informationen.³⁸

Daten sind heute der zentrale Punkt und ihr Aufkommen wächst bedingt durch die Digitalisierung rasant. Sie werden in der Rechentechnik verarbeitet und zur Laufzeit von Programmen werden neue erzeugt. Ein Abschalten der Technik führt zum unwiederbringlichen Datenverlust. Um diesen Datenverlust zu verhindern, müssen sie gespeichert werden. Die Speicherung erfolgt in Dateien.

4.4 Die Datei

Das Wort Datei ist ein Kunstwort, das sich aus Daten und Kartei zusammensetzt. Dateien beinhalten logisch zusammengehörende, gleichartige Datensätze. Sie unterscheiden sich in Text- und in binäre Dateien. Textdateien lassen sich im Editor öffnen und lesen. Zum Lesen binärer Dateien wird das entsprechende Anwendungsprogramm benötigt. Fischer definiert eine Datei als eine

„Abstraktion für ein in sich geschlossenes, mit einem Namen als Identifikation versehenes und in eine Ablagestruktur eingelegtes Datenpaket auf einem Datenträger.“

Damit eine Datei für ein Anwendungsprogramm nutzbar ist, muss sie in einem bestimmten Format aufgebaut sein. Dieses Format ist das Dateiformat.

4.5 Das Dateiformat

Eine Datei besteht aus einer Aneinanderreihung von Bits. Um sie zu strukturieren, wird eine Bildungsvorschrift benötigt, das Dateiformat. Der Duden definiert das Dateiformat kurz und prägnant als „festgelegte Anordnung, [...] nach der die in einer Datei enthaltenen Daten abgespeichert sind.“³⁹ Wikipedia formuliert es allgemein als „Das Dateiformat ist die ‚Sprache‘, in der die Information auf dem Rechner vorliegt.“⁴⁰

Durch die Speicherung in Dateien ist es möglich, Softwareprogramme und Anwendungsdaten zu sichern und auf andere Systeme zu übertragen. Matzer sieht

³⁸ Vgl. Geisler 2011, S. 19ff

³⁹ Duden 2006, S. 377

⁴⁰ WIPEb 2017

hier die größten Probleme, er schreibt: „Damit taucht auch die wichtigste Schwierigkeit im Umgang mit Dateiformaten auf: der Datenaustausch.“⁴¹

Große Softwarehersteller mit gleichen Zielgruppen bieten in der Regel konkurrierende Produkte mit ähnlichen Eigenschaften an. Natürlich bietet auch jeder Hersteller ein eigenes Dateiformat. Jedes Dateiformat ist auf bestimmte Bedingungen zugeschnitten. Erschwerend kommt hinzu, dass es Hunderte verschiedene Formate gibt und alle haben Vor- und Nachteile.

Mit der Weiterentwicklung der Software sind mitunter auch Anpassungen am Dateiformat nötig, welche zu Kompatibilitätsproblemen führen können. Sie finden ihre Ausprägung in Abwärts- und Aufwärtskompatibilität. „Mit ‚abwärts‘ ist die historische Richtung in die Vergangenheit gemeint, da im allgemeinen von einer neuen Version als der ‚nächsthöheren‘ Version gesprochen wird.“⁴² Damit ist die Nutzung immer vom entsprechenden Anwendungsprogramm abhängig. Ein Zugriff mit anderen Produkten ist unter Umständen möglich. Die vollständige Kompatibilität ist jedoch nicht sichergestellt. Sollte das Produkt nicht weiterentwickelt werden, könnte spätestens mit einer neuen Version des Betriebssystems der Zugriff auf die Daten nicht mehr gegeben sein.

Bei etablierten Herstellern mit einer großen Produktverbreitung wird man in dem Fall mit Unterstützung rechnen können. Sollte es sich jedoch um ein Nischenprodukt handeln, bei dem ein proprietäres Dateiformat verwendet wird, kann man nur sagen: „Die Kenntnis des Dateiformats ist essentiell für die Interpretation der in einer Datei abgelegten Information.“⁴³

4.6 Schlussfolgerungen zur Datenorganisation in Dateien

Bei der Datenorganisation handelt es sich um Verfahren zur Strukturierung, Speicherung und zum Wiederauffinden von Daten. Die Datenorganisation in Dateien wird seit Jahrzehnten praktiziert. Dabei werden inhaltlich zusammengehörende Daten in einer Ordnerstruktur abgelegt.

Zu Beginn einer Entwicklung wird durch den Anwendungsentwickler das Dateiformat festgelegt. Damit verfügt jedes Anwendungsprogramm über eigene proprietäre Dateien. Nur dieses Programm kann seine Dateien lesen und schreiben. Da das Anwendungsprogramm direkt auf seine Dateien zugreift, ist der Zugriff äu-

⁴¹ Matzer 2007, S. 13

⁴² Matzer 2007, S. 39

⁴³ WIPEc 2017

Best performant. Bewegt sich die Datenmenge in gewissen Grenzen, sind negative Auswirkungen auf die Effizienz nicht zu befürchten. Klare Strukturen vereinfachen die Nachnutzung der Daten.

Die Punkte 4.4 und 4.5 lassen jedoch erkennen, dass die Flexibilität beim Umgang mit Daten, die in Dateien organisiert sind, stark eingeschränkt ist. Änderungen oder Erweiterungen der Struktur der Datendateien führen zwangsläufig zu Anpassungen der Anwendungsprogramme. Damit ist die Datenunabhängigkeit nicht gegeben. Jedes Programm, das auf die Datenbasis zugreift, muss ausfindig gemacht und angepasst werden. Sollte nur ein Programm übersehen werden, sind die Folgen mitunter nicht absehbar. Sie können zu einem zeitintensiven Fehlerbereinigungsprozess führen. Da Anwendungsprogramm und Datendatei voneinander strukturell abhängig sind, sind Änderungen immer zeit- und arbeitsintensiv. Verfügt jeder Arbeitsbereich über eigene Anwendungsprogramme, kommt es zu Datenredundanzen, die Dateninkonsistenzen verursachen können. Saake schreibt dazu:

„Ohne den Einsatz von Datenbanksystemen tritt das Problem der Datenredundanz auf. Die Basis- oder Anwendungssoftware verwaltet in diesem Szenario jeweils ihre eigenen Daten in ihren eigenen Dateien, und zwar jeweils in eigenen speziellen Formaten.“⁴⁴

Der gleichzeitige Zugriff verschiedener Anwendungsprogramme auf dieselbe Datendatei ist ebenfalls nicht unproblematisch. Eine durch einen Nutzer geöffnete Datendatei ist für diesen exklusiv gesperrt und steht anderen Nutzern damit nicht zur Verfügung. Hier wäre eine Instanz wünschenswert, die den Zugriff regelt. Diese Instanz würde auch eine Rechtevergabe ermöglichen und damit zur Datensicherheit beitragen. Dafür wird ein Datenbankmanagementsystem (DBMS) benötigt, das Teil eines Datenbanksystems (DBS) ist.

⁴⁴ Saake 2010 S. 2

4.7 Das Datenbanksystem (DBS)

Bei einem Datenbanksystem handelt es sich um eine Verbindung eines Datenbankmanagementsystems mit einer Datenbank. Die Datenbank wiederum besteht aus Datendateien, zwischen denen logische Beziehungen bestehen, während das Datenbankmanagementsystem für die Verwaltung zuständig ist. Jegliche externe Anwendung kann nur über die Schnittstelle des Datenbankmanagementsystems auf den Datenbestand zugreifen. Ein Datenbanksystem hat Vor- und Nachteile.

4.7.1 Vorteile eines Datenbanksystems

Datenbanksysteme sind in der Lage große Datenmengen äußerst effizient zu verarbeiten und persistent zu speichern. Sie bieten die Möglichkeit, die Daten zentral abzulegen. Im Idealfall kommt es dabei nicht zu Redundanzen, was Dateninkonsistenzen vermeidet. Durch die interne Datenorganisation ist es möglich, in den Daten komfortabel und schnell zu suchen.

Das Datenbankmanagementsystem garantiert eine wirksame Zugriffskontrolle, gewährleistet die Datensicherheit und gestattet den Mehrbenutzerbetrieb. Durch eine integrierte Transaktionssteuerung wird eine unerwünschte gegenseitige Beeinflussung verhindert.

4.7.2 Nachteile eines Datenbanksystems

Vor dem Einsatz eines Datenbanksystems müssen die zu speichernden Daten strukturiert werden. Bei relationalen Datenbanken leidet die Übersichtlichkeit mit jeder neu hinzugefügten Tabelle.

Da sich in einer Datenbank große Datenbestände befinden können, können auch große Datenbestände in kurzer Zeit vernichtet werden. So geschehen beim Hosting-Provider Verelox.⁴⁵

Die Organisation von Daten in einer Datenbank erfolgt auf der Grundlage eines Datenbankmodells.

⁴⁵ CHIP 2018

4.8 Datenbankmodelle

Eine sehr schöne Definition, was unter einem Datenbankmodell zu verstehen ist, bietet Wikipedia.

„Ein Datenbankmodell ist die theoretische Grundlage für eine Datenbank und bestimmt, auf welche Art und Weise Daten in einem Datenbanksystem gespeichert und bearbeitet werden können. Es legt damit die Infrastruktur fest, die ein bestimmtes Datenbanksystem anbietet.“⁴⁶

Bekannte Datenbankmodelle sind:

- Hierarchisch
- Netzwerkartig
- Relational
- Objektorientiert

Aus diesen Modellen haben sich auch Kombinationen, wie das objektrelationale Modell, entwickelt. Damit werden Eigenschaften der verschiedenen Modelle kombiniert. Jedes einzelne Modell hat Vor- und Nachteile.

Um die Verbreitung der einzelnen Modelle zu beurteilen bietet sich das DB-Engines Ranking der Firma SOLID IT an. Das Ranking wird monatlich veröffentlicht und weist für Januar 2018 341 verschiedene Systeme aus. Als Referenz steht immer der Vormonat und der Monat Januar des vergangenen Jahres zur Verfügung. Abbildung 8 zeigt die aktuelle Verbreitung. Der Schwerpunkt liegt hier eindeutig auf relationalen und objektorientierten Modellen. Geisler sieht diese Entwicklung ähnlich. Er stellt fest, dass „hierarchische Datenbanken heute kaum noch verwendet werden“⁴⁷. Darum werden nachfolgend auch nur relationale und objektorientierte Datenbanksysteme betrachtet.

⁴⁶ WIPEd 2017

⁴⁷ Geisler 2011, S. 53

Anzahl der Systeme pro Kategorie, Januar 2018

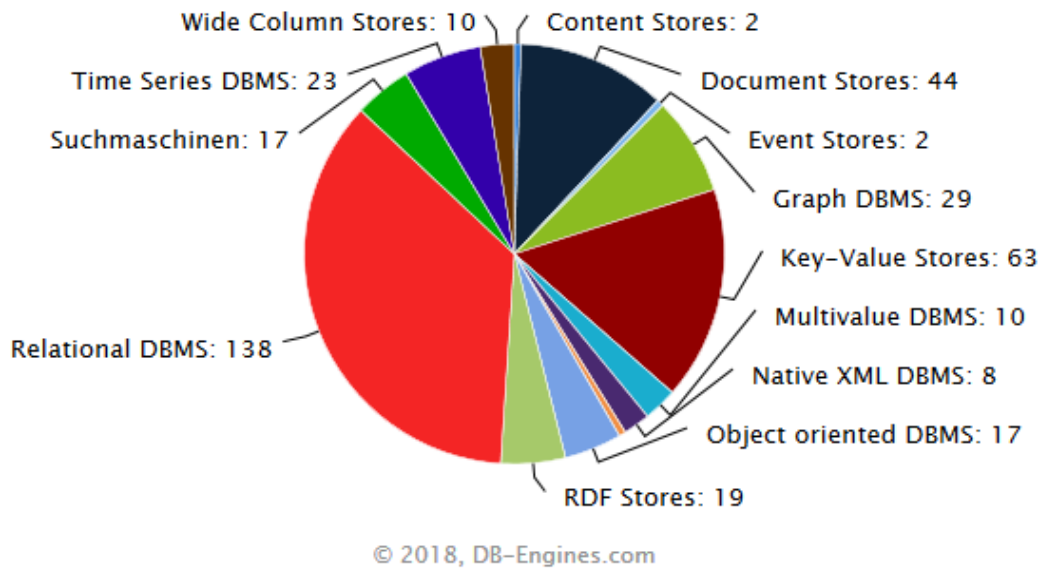


Abbildung 8: DBMS, Popularität pro Datenbankmodell⁴⁸

4.8.1 Das relationale Datenbankmodell

Das relationale Datenbankmodell ist eine Entwicklung von Edgar F. Codd aus dem Jahr 1970. Es ist die Grundlage für die relationalen Datenbanken. Diese bestehen aus miteinander in Beziehung stehenden Tabellen. Die Beziehungen werden durch ein System von Primär- und Fremdschlüsseln hergestellt. Während der Primärschlüssel jeden Datensatz einer Tabelle eindeutig identifiziert, verweist ein Fremdschlüssel auf einen Primärschlüssel einer anderen Tabelle. Jedes Attribut verfügt über eine Domain. Sie bestimmt den Definitionsbereich und legt damit fest, welche Attributwerte gültig sind. Abbildung 9 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Datentabelle. Alle Quellen verweisen darauf, dass es sich um das am weitesten verbreitete Datenbankmodell handelt.^{49, 50, 51}

⁴⁸ ENGa 2017

⁴⁹ Schicker 2017, S. 12

⁵⁰ Steiner 2017, S. 13ff

⁵¹ Saake 2010, S. 85ff

Attribut 1	Attribut 2	...	Attribut n	Datensatz oder Tupel
A	B	C	D	
...	
Attributwert	Attributwert	Attributwert	Attributwert	
...	

Abbildung 9: Prinzipieller Aufbau einer Datentabelle

Die redundanzfreie Speicherung der Daten innerhalb der Tabellen erfolgt durch den Normalisierungsprozess, der über die Bildung von Normalformen erfolgt. Von den fünf existierenden Normalformen sind drei praxisrelevant. Eine Tabelle befindet sich in der:

1. Normalform, wenn alle Attribute atomar vorliegen.
2. Normalform, wenn sie sich in der 1. Normalform befindet und alle Nicht-schlüsselattribute voll funktional vom Primärschlüssel abhängen.
3. Normalform, wenn sie sich in der 2. Normalform befindet und kein Nicht-schlüsselattribut vom Primärschlüssel transitiv abhängig ist.

Zum Erstellen relationaler Datenbanken verwendet man das Entity-Relationship-Modell mit Entitäten, Attributen und Beziehungen. Es bildet die Grundlage des Datenbankentwurfs. Seine weite Verbreitung und der einfache Aufbau sprechen für das Modell. Da es unabhängig von einem bestimmten Datenbanksystem ist, kann es universell eingesetzt werden.⁵²

4.8.1.1 Vorteile relationaler Datenbanken⁵³

- Neue Tabellen können einfach hinzugefügt werden.
- Änderungen des logischen Datenbankaufbaus sind jederzeit möglich.
- Zugriffe auf Tabellen sind einfach zu programmieren.
- Der Aufbau ist mathematisch fundiert.

⁵² Saake, 2010, S. 51ff

⁵³ Schicker, 2017, S. 12

4.8.1.2 Nachteile relationaler Datenbanken⁵⁴

- Zugriffe können das Zusammenführen von mehreren Tabellen erfordern.
- Leichte Datenredundanz möglich.

Jegliche Kommunikation externer Anwendungen erfolgt über das Datenbankmanagementsystem durch die Structured Query Language (SQL). Sie dient zur Definition von Datenstrukturen, zur Abfrage und zur Datenmanipulation. Dabei handelt es sich um einen Standard für relationale Datenbanken der von allen namhaften Herstellern unterstützt wird und damit zukunftssicher ist. Da der Standard von einigen Herstellern für das eigene Produkt erweitert wurde, besteht allerdings keine 100%ige Kompatibilität.⁵⁵ SQL-Strukturanteile sind:

- Data Definition Language (DDL), zum Aufbau von Tabellen und Feldern sowie dem Verknüpfen von Tabellen.
- Data Manipulation Language (DML), zum Eingeben, Bearbeiten und Löschen.
- Data Control Language (DCL), die DCL dient zum Datenschutz.

4.8.2 Das objektorientierte Datenbankmodell

Objektorientierte Datenbanken orientieren sich an der Umwelt. Sie bestehen aus Objekten, welche reale Gegenstände des Alltags oder abstrakte Gebilde sein können. Am Markt erscheinen immer mehr relationale Datenbanken, die um Eigenschaften der Objektorientierung erweitert wurden. Es entstehen objektrelationale Datenbanken mit einem komplexen Aufbau und einer aufwendigen inneren Verwaltung, was für die Anwendungsprogrammierer einen höheren Aufwand bedeutet.⁵⁶

Objektorientierte Datenbanken unterscheiden sich in viele verschiedene Kategorien. Es sind Spezialisten zur schnellen Verarbeitung großer Datenmengen. Ihr Metier ist die Verarbeitung unstrukturierter Daten, Sie lassen sich sehr gut skalieren.

⁵⁴ Schicker 2017, S. 12

⁵⁵ Steiner 2017, S. 141ff

⁵⁶ Schicker 2017, S. 13

4.8.2.1 Vorteile objektorientierter Datenbanken⁵⁷

- Objektorientierter Aufbau
- Universelle Einsetzbarkeit
- Relativ einfache Programmierbarkeit
- Teilweise zu relationalen Datenbanken kompatibel

4.8.2.2 Nachteile objektorientierter Datenbanken⁵⁸

- Relativ hohe Rechenleistung erforderlich
- Teilweise recht komplexer Aufbau

4.9 Auswahl eines Datenbankmodells

Relationale und objektorientierte Datenbanken unterscheiden sich grundsätzlich. Beide haben ihre Stärken und Schwächen. Objektorientierte Datenbanken unterteilen sich in viele verschiedene Kategorien. Sie sind Spezialisten für bestimmte Datenstrukturen und werden bei sehr großen Datenmengen eingesetzt. Ihr Potenzial entfalten sie erst bei sehr komplexen Problemen. Ihre Stärke ist der Umgang mit unstrukturierten Daten. Sie sind gut skalierbar. Auf ihrem Gebiet sind sie relationalen Datenbanken überlegen. Aber eben nur dort.

Die relationalen Datenbanken sind weit verbreitet. Es handelt sich um bewährte Technik, die seit über 40 Jahren zuverlässig ihren Dienst versieht und ständig weiterentwickelt wird. Im Ranking aller Systeme der SOLID IT sind von den 341 aufgeführten Datenbanksystemen 138 relational. Auf den ersten zehn Plätzen, der Auswertung des Januar 2018 befinden sich sechs. Vier davon allein auf den ersten Plätzen. Relationale Datenbanksysteme haben auf ihrem Gebiet, der Verarbeitung strukturierter Daten, keine Konkurrenz und sind nach wie vor zukunftssicher. Die Entscheidung fällt deshalb auf ein relationales Datenbankmodell.

⁵⁷ Schicker 2017, S. 13

⁵⁸ Schicker 2017, S. 13

4.10 Auswahl eines Datenbanksystems

Unter Punkt 4.9 ist die Entscheidung auf ein relationales Datenmodell gefallen. Dafür wird jetzt das geeignete DBMS gesucht. Es werden die ersten zehn relationalen Datenbanksysteme aus dem SOLID ID-Gesamtranking des Januars 2018 betrachtet. Die entsprechenden Datenbanksysteme, mit ihrer Platzierung, sind in Tabelle 2 aufgeführt. Zum Vergleich werden die Platzierungen der Jahre 2013 bis 2017 ergänzt. Die Datenbasis stammt von der SOLID IT.

DBMS	Erreichter Rang im Monat Januar					
	2018	2017	2016	2015	2014	2013
Oracle	1	1	1	1	1	1
MySQL	2	2	2	2	2	2
Microsoft SQL Server	3	3	3	3	3	3
PostgreSQL	4	4	4	4	4	5
DB2	5	5	5	5	5	6
Microsoft Access	6	6	6	6	6	4
SQLite	7	7	7	7	7	8
Teradata	8	8	9	9	9	Start April 2013
SAP Adaptive Server	9	9	8	8	8	7
MariaDB	10	10	10	10	10	9

Tabelle 2: Trendentwicklung, RDBMS im Zeitraum 2013 bis 2018

Man sieht, dass es im Zeitraum von sechs Jahren auf den ersten drei Plätzen keine Änderung gegeben hat. Die Plätze 4 bis 10 variieren nur minimal.

4.10.1 Oracle

Oracle sieht sich nach eigener Darstellung als Branchenführer.⁵⁹ Sieht man sich die Platzierung in Tabelle 2 an, scheint das nicht ganz abwegig zu sein.

Das Datenbanksystem ist seit 1980 auf dem Markt. Es bietet die Möglichkeit zur Speicherung relationaler und objektrelationaler Daten und ist für nahezu alle Betriebssysteme verfügbar. Das System wird als sehr gut skalierbar und äußerst performant beschrieben. Es unterstützt eine große Anzahl gleichzeitiger Nutzer. Tabellen können bis zu einer Größe von 128 Terabyte verwaltet werden. Für den optimalen Einsatz ist die SQL-Erweiterung PL/SQL erforderlich.^{60, 61} Die Lizenzierung erfolgt nach der Hardware oder auf der Grundlage der Nutzer. Eine Prozessor-Lizenz entspricht einem belegten Sockel. Die Anzahl der Prozessorkerne spielt keine Rolle. Bei der Named User Plus-Lizenzierung wird die Anzahl der zugriffsberechtigten Nutzer herangezogen.⁶² Für die Enterprise Edition fallen Kosten zwischen 4.125,00 und 41.240,00 € an.⁶³

Das System wird in erster Linie von großen Banken, Versicherungen und Konzernen eingesetzt. Der Staat mit seinen Institutionen und Kommunen ist ebenfalls Kunde.

Das Datenbanksystem wird in verschiedenen Editionen zur Verfügung gestellt. Abbildung 11 zeigt das Modell. Als Express-Edition XE steht es kostenlos zur Verfügung, ist jedoch stark eingeschränkt. So zum Beispiel bei der Datenbankgröße, der Anzahl der nutzbaren CPU-Kerne und des RAM.

⁵⁹ ORACLEb 2017

⁶⁰ WIPEe 2017

⁶¹ ORACLEc 2017

⁶² COMP 2017

⁶³ ORACLEd 2017

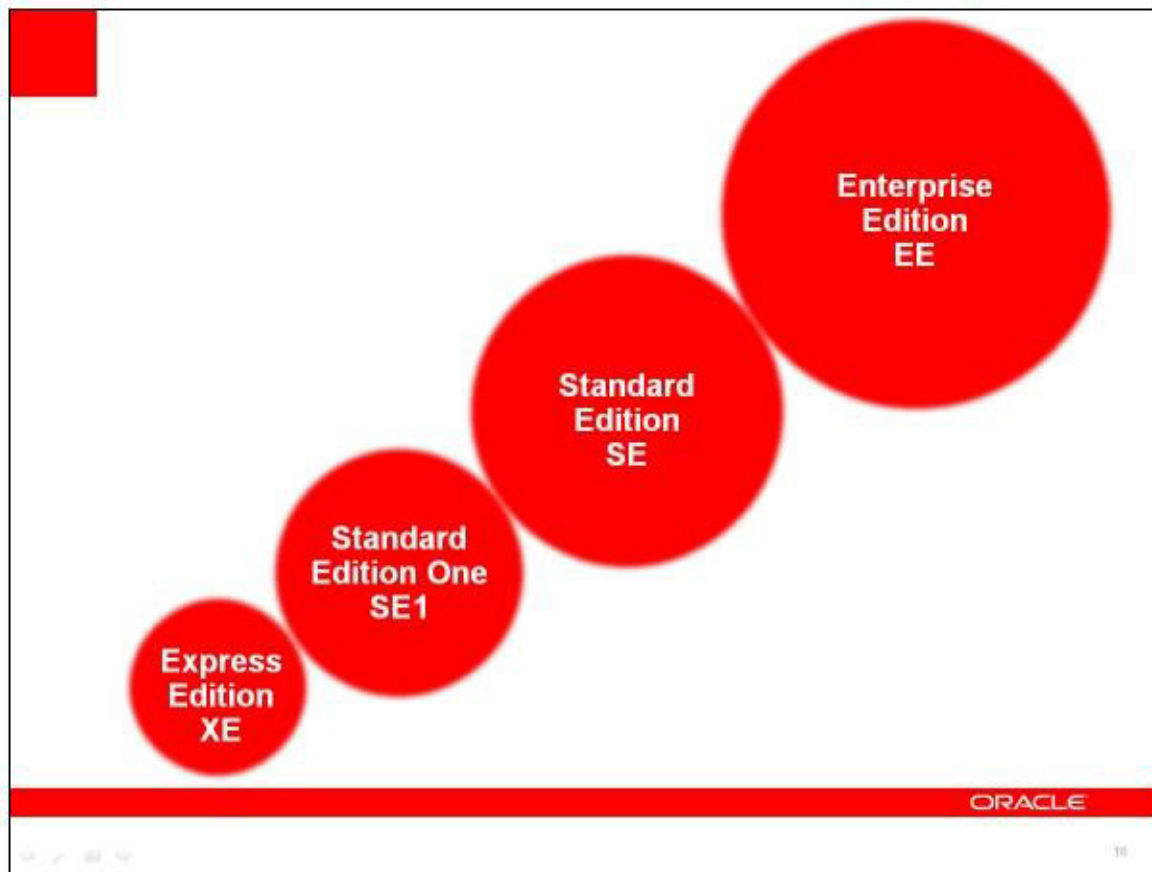


Abbildung 10: Die Oracle Datenbankeditionen⁶⁴

4.10.2 MySQL

MySQL ist seit 1994 auf dem Markt verfügbar und ebenfalls ein Produkt aus dem Hause Oracle. Dort wird es als die beliebteste Open-Source-Datenbank der Welt beworben. Dem System wird Leistungsstärke, Zuverlässigkeit und Benutzerfreundlichkeit bescheinigt. MySQL verweist auf seiner Webseite auf einen beeindruckenden Kundenstamm. Abbildung 12 zeigt einen Auszug.



Abbildung 11: MySQL-Kunden

⁶⁴ ORACLEe 2017

Bei vielen der hier angegebenen Firmen handelt es sich um Schwergewichte auf ihren Gebiet. Firmen wie Google, Facebook, Twitter und Youtube sind bestimmt jedem bekannt.⁶⁵ Content Management Systeme wie WordPress setzen ebenfalls auf MySQL.

Die Unterstützung der verschiedenen Betriebssysteme fällt recht umfangreich aus. Es verfügt über eine weite Verbreitung und wird von vielen Internet-Service-Providern angeboten. Rechenzentren von Hochschulen setzen ebenfalls auf das Produkt.

Das Produkt existiert in zwei Versionen. Eine quelloffene Community- und eine kostenpflichtige Enterprise-Edition. Datenbank und Tabellengröße werden nur durch das Betriebssystem und den zur Verfügung stehenden Speicher begrenzt.

4.10.3 SQL-Server

Der SQL-Server ist ein relationales Datenbanksystem von Microsoft. Es handelt sich um ein kommerzielles Produkt, das seit Ende der 1980er Jahre entwickelt wird. Microsoft bewirbt es mit richtungsweisender Skalierbarkeit und Leistung. SQL-Server steht für die Betriebssysteme Windows und Linux zur Verfügung. Das Produkt existiert in verschiedenen Editionen. Die Lizenzierung erfolgt pro Kern oder pro Benutzer. Die Enterprise-Version ist mit 14.256,00 \$ ausgewiesen. Eine kostenlose Version steht als Express-Edition zur Verfügung. Sie ist pro Datenbank auf 10 Gigabyte beschränkt.^{66, 67, 68, 69}

4.10.4 PostgreSQL

PostgreSQL ist ein objektrelationales Datenbanksystem, das seit ungefähr 30 Jahren einen festen Platz in der Gemeinschaft der Datenbanksysteme besitzt.⁷⁰

Als Open-Source-Software unterliegt es keinerlei Nutzungsbeschränkungen und verhält sich zum SQL-Standard 2011 weitgehend konform. Es steht sowohl für Unix- als auch Windows-Betriebssysteme zur Verfügung. Die Datenbankgröße

⁶⁵ ORACLEf 2017

⁶⁶ MSDNb 2017

⁶⁷ MISOb 2017

⁶⁸ MISOb 2017

⁶⁹ MISOc 2017

⁷⁰ WIPEf 2017

wird nur durch das Betriebssystem und den zur Verfügung stehenden Speicher begrenzt. Die maximale Größe einer Tabelle beträgt 32 Terabyte. Es existieren Schnittstellen zu vielen Programmiersprachen.⁷¹

4.10.5 DataBase2 (DB2)

DB2 ist ein relationales Datenbanksystem von IBM. Die Entwicklung geht unmittelbar auf die Arbeit von Codd bei IBM zurück. Nach IBM zeichnet sich das System mit höchster Leistung, Flexibilität, Skalierbarkeit und Zuverlässigkeit aus. Das System ist für verschiedene Plattformen verfügbar. Die Lizenzierung erfolgt pro Prozessor oder Anwender. Die Preise beginnen bei 1457 € pro Nutzer. Zur optimalen Nutzung ist die Procedural Language SQL PL for DB2 erforderlich. Mit DB2 Express-C steht eine kostenlose Version zur Verfügung. Diese ist auf zwei Kerne eines Prozessors und auf 4 Gigabyte Hauptspeicher eingeschränkt ist. Mit Abschluss eines Wartungsvertrages sind 4 Kerne und 8 Gigabyte Hauptspeicher möglich.^{72, 73, 74}

4.10.6 Microsoft Access

Access ist eine relationale Desktopdatenbank, die Bestandteil der Microsoft-Office-Familie ist. Es handelt sich um ein kommerzielles Produkt. Ihre Entstehung geht auf die 1980er Jahre zurück. Alle Daten werden in einer Datei abgespeichert. Durch den Einsatz von ActiveX Data Objects (ADO) kann auch von anderen Programmiersprachen auf die Daten zugegriffen werden. Im Netzwerk kann eine Access-Datendatei auch von mehreren Nutzern gleichzeitig geöffnet werden. Allerdings relativ langsam. Entscheidend dafür ist der Öffnungsmodus, exklusive oder gemeinsame Nutzung. Access ist für kleinere Datenbanken gedacht.⁷⁵

4.10.7 SQLite

SQLite ist ein relationales Datenbanksystem in einer Datei. Die Entwicklung wurde erstmalig im Jahr 2000 vorgestellt. Es existiert keinerlei Client-Server-Architektur. Das System wurde für den Einsatz in eingebetteten Systemen entwickelt. Zum

⁷¹ POST 2017

⁷² IBMa 2017

⁷³ IBMb 2017

⁷⁴ IBMc 2017

⁷⁵ ACCE 2017

Betrieb wird die Software direkt in eine Anwendung eingebunden. Es handelt sich um gemeinfreie Software.^{76, 77}

4.10.8 Teradata

Teradata ist ein relationales Datenbanksystem für Unix, Linux und Windows. Es handelt sich um ein kommerzielles Produkt, das schon seit 30 Jahren am Markt ist. Die Firma verfügt über Erfahrung bei der Verarbeitung sehr großer Datenmengen und sieht ihren Schwerpunkt daher auf dem Gebiet der Big Data Analysen.⁷⁸

4.10.9 SAP Adaptive Server

Adaptive Server ist ein relationales Datenbanksystem, das seit 1987 verfügbar ist und wenig Ressourcen beansprucht. Es handelt sich um ein kommerzielles Modell mit In-Memory-Datenbankarchitektur. Durch neueste datenbankinterne Kompressionsverfahren wird die Performance zusätzlich gesteigert. Es ist für den Einsatz in großen Unternehmen bestimmt.⁷⁹

4.10.10 Maria DB

MariaDB ist ein relationales Datenbanksystem, das seit 2009 verfügbar ist. Es handelt sich um ein Open-Source Projekt, welches von den ehemaligen Entwicklern von MySQL initiiert wurde.⁸⁰ Gegenwärtig befindet sich MariaDB in vielen Linux-Distributionen. Der größte Erfolg wurde 2013 erreicht, als Wikipedia und Google als Kunden gewonnen werden konnten.

⁷⁶ SQLI 2017

⁷⁷ WIPEg 2017

⁷⁸ TERA 2017

⁷⁹ SAPa 2017

⁸⁰ MARla 2017

4.11 Das zukünftig einzusetzende Datenbanksystem

Sieht man sich in Wikipedia die Liste der Datenbankmanagementsysteme⁸¹ an, dann hat man eine ungefähre Vorstellung von der Komplexität des Themas. Jedes System wurde für bestimmte Anwendungsfälle entwickelt und optimiert. Um die Auswahl zu vereinfachen, wurde unter Punkt 4.9 ein Datenbankmodell ausgewählt. Die Entscheidung viel auf ein relationales System. Damit konnten unter Punkt 4.10 die zehn relationalen Datenbanksysteme mit der weitesten Verbreitung identifiziert werden. Tabelle 3 zeigt sie mit wichtigen Entscheidungskriterien.

RDBMS	Maximale Tabellen- größe	Lizenz- modell	Verfügbar für MS- Server	Server- anwendung	Flexible Anwendungs- schnittstelle, Programmiersprachen	Erfahrung beim Auftrag- geber vorhanden	Umfangreiche Fachliteratur verfügbar	Preiswerte Fachliteratur verfügbar	Umfangreiche Community	Infrastruktur vorhanden
Oracle	128 TB	Kommerziell	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗
DB2	512 GB	Kommerziell	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗
SQL-Server	*	Kommerziell	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗
MySQL	*	Open-Source	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PostgreSQL	32 TB	Open-Source	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗
Access	2 GB	Kommerziell	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗
SQLite	65536 Byte	Open-Source	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✗
Teradata	*	Kommerziell	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗
SAP Adaptive Server	*	Kommerziell	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
MariaDB	*	Open-Source	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗

* Maximale Tabellengröße von Betriebssystem und Speicherplatz abhängig

Tabelle 3: Kriterien zur Auswahl eines DMS

Die hier aufgeführten Systeme haben sich über viele Jahre im produktiven Einsatz bewährt. Facebook, Google, Wikipedia und andere schätzen ihre Dienste seit langer Zeit.

Betrachtet man die maximalen Tabellengrößen und die zu erwartende Datenmenge, dann ist jedes System geeignet.

Auf den vorderen Plätzen befinden sich kommerzielle Systeme wie Oracle, Database2 und der SQL-Server. Diese Systeme sind sehr ausgereift und haben sich seit vielen Jahren erfolgreich am Markt positioniert. Sie eignen sich hervorragend zur Verarbeitung großer Datenmengen. Ihre Kunden sind Versicherungen, Großbanken, Konzerne und staatliche Institutionen. Für den geplanten Einsatzzweck sind diese Systeme allerdings überdimensioniert. Allein ihre Lizenzkosten sind erheblich. Potenziell notwendige Wartungsverträge wurden hier noch nicht be-

⁸¹ WIPEh 2017

rücksichtigt. Zur optimalen Nutzung werden meist firmenspezifische SQL-Erweiterungen im Anwendungs-Frontend verwendet. Die Kombination aus Lizenzen und technischen Besonderheiten würde eine Bindung für viele Jahre bedeuten. Da aufgrund des Datenschutzes und der Einsatzbedingungen der mobilen Kliniken eine Cloud-Anwendung ausgeschlossen ist, wäre für jede eine eigene Lizenz erforderlich. Das wäre wirtschaftlich nicht vertretbar. Damit scheiden diese Systeme aus.

Jede dieser kommerziellen Versionen steht auch als Express-Edition kostenlos zur Verfügung. Sie sind allerdings recht stark eingeschränkt. So bei der Datenbankgröße, der Anzahl der Prozessorkerne und beim Arbeitsspeicher. Unter Umständen sind Wartungsverträge nicht vermeidbar. Die weitere Entwicklung dieser Editionen kann auch Überraschungen mit sich bringen. Es ist möglich, dass sich die Lizenzbedingungen ändern oder die Editionen eingestellt werden. Wenn eine neue Datenbankanwendung entsteht und noch alle Möglichkeiten offen stehen, sollte man sich nicht gleich einschränken lassen.

Bedingt durch eine schon vorhandene Infrastruktur muss das gesuchte Datenbanksystem für einen Microsoft-Server zur Verfügung stehen. Desktop- und serverlose Datenbanken sind hier nicht die optimale Lösung, da bei einem gleichzeitigen Schreibzugriff mehrerer Anwender potenzielle Performanceprobleme nicht unrealistisch sind.

Bei den zehn erstplatzierten Datenbanksystemen handelt es sich um sechs kommerzielle und vier Open-Source-Systeme. MySQL und PostgreSQL haben sehr gut abgeschnitten und belegen vordere Plätze. Sie unterliegen einer anerkannten Softwarelizenz und stehen im Quelltext zur Verfügung.

Open-Source-Entwicklungen sind mittlerweile auf allen Gebieten der Informationstechnik anzutreffen. Bekannte Beispiele sind hier das Linux-Betriebssystem, der Apache-Webserver, der Browser Firefox, das Mailprogramm Thunderbird, die Office-Pakete Libre- und Open-Office, das Grafikprogramm Gimp, der Mediaplayer VLC oder der Grafikbetrachter XnView. Alle hier aufgeführten Programme sind äußerst beliebt und weit verbreitet. Sie stellen die Leistungsfähigkeit freier Software unter Beweis. Abbildung 13 zeigt die Entwicklung zwischen kommerziellen und Open-Source-Lizenzen bei Datenbanksystemen.

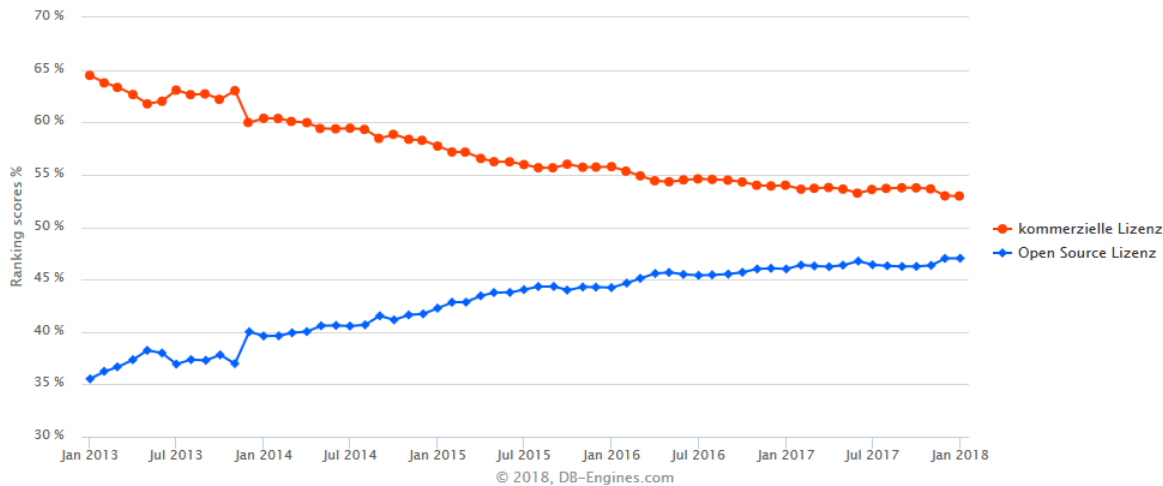


Abbildung 12: Entwicklung der Datenbank-Lizenzmodelle⁸²

Man kann deutlich erkennen, dass sich auch auf dem Gebiet der Datenbanksysteme eine Verschiebung zugunsten der Open-Source-Software vollzieht.

Diese Systeme werden millionenfach eingesetzt. Allein die Webseite der Zeitschrift Chip verweist bei MySQL auf über eine halbe Million Downloads. Durch die weite Verbreitung und die große Community ergeben sich viele Vorteile. So existieren viele Foren, die bei technischen Problemen mit Rat und Tat zur Seite stehen. Damit lassen sich viele Probleme schnell und vor allem ohne finanziellen Aufwand lösen. Durch die weite Verbreitung existieren auch viele Publikationen. Und da es viele sind, sind sie entsprechend preiswert. Es spricht also vieles für den Einsatz eines Open-Source-Systems.

Damit ist die Auswahl auf MySQL, PostgreSQL und MariaDB eingegrenzt. MySQL wird sehr gut bewertet und ist das Produkt eines renommierten Herstellers, Oracle. PostgreSQL ist ebenfalls ein gutes System verfügt jedoch nicht über die Verbreitung von MySQL. MariaDB ist ein bisschen abgeschlagen. Was aber nicht verwunderlich ist, da das System erst seit 2009 eigenständig ist und seinen eigenen Weg beschreibt.

Ein wichtiger Punkt ist außerdem die vorhandene Erfahrung mit einem bestimmten System. Erfahrungen sind von unschätzbarem Wert. Der Auftraggeber betreibt seit einigen Jahren erfolgreich ein MySQL-Datenbanksystem. Das System wird als zuverlässig, leistungsfähig und benutzerfreundlich eingeschätzt. Installation und Wartung wurden bis zum heutigen Tag ohne fremde Unterstützung realisiert. Man ist mit dem System sehr zufrieden.

⁸² ENGb 2017

Zieht man all diese Punkte in Betracht, dann ist die Entscheidung für ein MySQL-Datenbanksystem eine gute und kostengünstige Wahl.

Nachdem die Entscheidung für ein Datenbanksystem gefallen ist, wird eine Programmiersprache zur Erstellung eines Web-Frontends benötigt.

4.12 Technologien zur Webentwicklung

Die Webseite w3techs zeigt aktuell die Nutzung serverseitiger Programmiersprachen im Internet. Abbildung 10 zeigt die prozentuale Verteilung. Aufgrund der Verteilung werden nur die Programmiersprachen mit der größten Verbreitung auf den ersten drei Plätzen betrachtet.

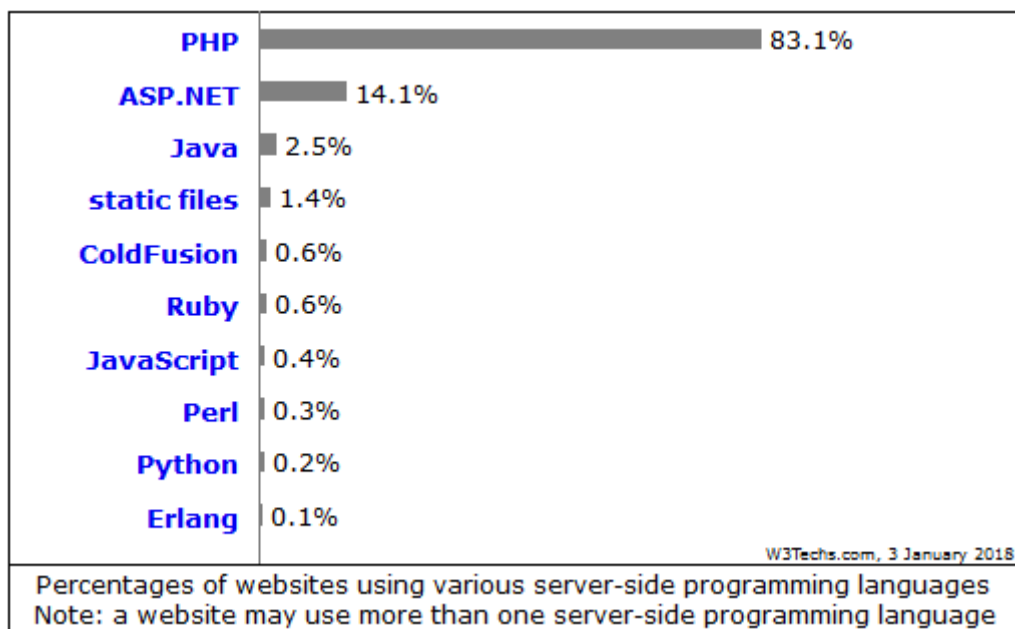


Abbildung 13: Webseiten mit serverseitiger Programmiersprache⁸³

⁸³ W3TE 2017

4.12.1 Hypertext Preprocessor (PHP)

PHP ist eine serverseitige, speziell zur Webentwicklung entwickelte, Open-Source Scriptsprache. Sie wurde mit dem Ziel entwickelt dynamische Webseiten zu generieren. Die Programmiersprache verfügt über eine weite Verbreitung. Sie kann plattformübergreifend eingesetzt werden und zeichnet sich durch eine breite Datenbankunterstützung aus. Die Kombination von PHP mit HTML, CSS und Javascript funktioniert einwandfrei.⁸⁴

4.12.2 Active Server Pages.NET (ASP.NET)

ASP.NET ist Teil der Microsoft Net Familie. Es dient zur Erstellung dynamischer Webseiten und kommt serverseitig zum Einsatz. Mit seiner Hilfe können Webanwendungen in allen Laufzeitumgebungen, die.NET unterstützen erstellt werden.⁸⁵

4.12.3 Java

Bei Java handelt es sich um eine objektorientierte Programmiersprache. Die Erstellung von Webseiten erfolgt mit Java server pages (JSP). Dabei werden Java-Scriptlets serverseitig ausgeführt. Es ermöglicht die Entwicklung server- und plattformunabhängiger Anwendungen.⁸⁶

4.13 Entscheidung für eine Technologie zur Webentwicklung

Die Kommunikation des Anwenders mit der Datenbank soll über eine Weboberfläche erfolgen. Nach Fertigstellung der Anwendung wird diese durch MSF übernommen. MSF verfügt auf dem Gebiet der Informationstechnik über Personal. Es ist geplant, dass MSF mögliche zukünftige Änderungen oder Erweiterungen ausschließlich mit eigenem Personal durchführt. Bisherige Web-Projekte wurden seitens MSF in Html und PHP ausgeführt. Hier verfügt man über Expertise, welche auf dem Gebiet von ASP.NET und Java nicht vorhanden ist. Weiterhin handelt es sich bei PHP um Open Source mit einer weiten Verbreitung. Die weite Verbreitung garantiert ein zukünftiges Fortbestehen und das Lizenzmodell schließt zukünftige

⁸⁴ PHPa 2017

⁸⁵ MSDNa 2017

⁸⁶ ORACLEa 2017

finanzielle Überraschungen aus. Die breite Datenbankunterstützung spricht ebenfalls für den Einsatz. Aus diesen Gründen fällt die Entscheidung zu Gunsten von PHP.

Um mit PHP eine sichere Anwendung zu gestalten, wird ein Authentifizierungsverfahren benötigt.

4.14 Authentifizierung

Bei Patientendaten handelt es sich um sensible Informationen. Deshalb muss sichergestellt werden, dass nur autorisierte Personen auf diese Daten zugreifen können. Um das zu gewährleisten, muss die Identität des Anwenders verifiziert werden. Zur Verifizierung gibt es verschiedene Möglichkeiten.

4.14.1 Authentifizierung durch Benutzerkonto und Kennwort

Die Authentifizierung durch Kennwörter ist sehr weit verbreitet. Sie erfolgt bei der Anmeldung am Betriebssystem eines Computers oder einer beliebigen Webanwendung. Der Anwender benötigt ein Benutzerkonto mit einem dazugehörigen Kennwort. Die Identifikation des Benutzers erfolgt durch Informationen, die nur er kennen darf. Unter der Voraussetzung, dass Betriebssystem oder Webanwendung keine Sicherheitslücken aufweisen, hängt die Sicherheit des Verfahrens nur von der Geheimhaltung des Kennwortes ab.

4.14.2 Authentifizierung mit Smartcard und Geheimzahl

Zur Authentifizierung mit Smartcard und Geheimzahl muss der Nutzer über eine Smartcard und eine dazugehörige Geheimzahl verfügen. Damit besitzt er ein zweistufiges Authentifizierungssystem. Die Smartcard bietet den Vorteil, dass es sich um ein physisches Objekt handelt, auf das der Nutzer unmittelbaren Zugriff haben muss. Es ist wichtig, dass sich die Smartcard nicht einfach kopieren lässt. Zum Einsatz der Smartcard ist die Bereitstellung eines Lesegerätes erforderlich.

4.14.3 Authentifizierung mit NT LAN-Manager

Die NTLM-Authentifizierung wurde ursprünglich von Microsoft entwickelt. Es handelt sich um ein Challenge-Response-Verfahren. Das Verfahren wurde über die Jahre verbessert und existiert daher in verschiedenen Ausprägungen.

Zur Authentifizierung wird der Nutzernamen an den Server übertragen. Der Server sendet als Challenge eine Zufallszahl zurück. Diese wird mit dem Hashwert des Nutzerkennwortes verschlüsselt zurückgesendet. Der Server führt die gleiche Operation durch und vergleicht die Ergebnisse. Im Falle der Übereinstimmung war die Authentifizierung erfolgreich. Das Benutzerkennwort muss dabei nicht über das Netz übertragen werden.⁸⁷

4.14.4 Authentifizierung mit Kerberos

Kerberos wurde für die Authentifizierung in unsicheren Netzen entwickelt. Es handelt sich um ein Verfahren zum Schlüsselaustausch zwischen Anwender und Server mit Hilfe des Kerberos-Servers. Jeder Teilnehmer authentifiziert sich gegenüber jedem anderen. Der Vorteil ist, dass man nach einmaliger Anmeldung alle Netzwerkdienste nutzen kann. Zur Ausführung ist Active Directory erforderlich. Auf Server und Client muss jeweils das Kerberos-Modul installiert sein. Die Sicherheit beruht auf der Sicherheit des Kerberos-Servers.

4.15 Schlussfolgerungen zur Authentifikation

Auf den ersten Blick spricht alles für den Einsatz des Kerberos-Servers als zentrale vertrauenswürdige Instanz. Es handelt sich jedoch um ein komplexes System, das durch fachkundiges Personal eingerichtet und gewartet werden muss. Beides ist zeitintensiv. Weiterhin machen fehlerhafte Konfigurationen und fehlende Sicherheitsupdates jedes System angreifbar.

Aufgrund des Einsatz-Szenarios der mobilen Kliniken ist eine Online-Verbindung genau so wenig garantierbar wie die Verfügbarkeit von technischem Fachpersonal. Es besteht die Gefahr, dass auftretende technische Probleme die gesamte Kommunikations-Infrastruktur lahmlegen. Abgesehen davon, dass gegenwärtig die Infrastruktur zum Betrieb eines Kerberos-Servers nicht vorhanden ist. Kerberos erfordert zum Betrieb, genauso wie NT LAN-Manager, den Verzeichnisdienst Active Directory.

⁸⁷ MSDNc 2017

Ähnlich verhält sich die Situation mit einem zweistufigen Authentifizierungssystem. Gegenwärtig existieren weder Smartcards noch die erforderlichen Lesegeräte. Eine Anwendung zur Erstellung der Zertifikate und um diese auf die Smartcards zu transferieren, müsste ebenfalls beschafft werden. Die Lesegeräte müssten weiterhin für die besonderen klimatischen Bedingungen ausgelegt sein.

Betrachtet man den Einsatz der mobilen Kliniken unter klimatischen und technischen Bedingungen, dann handelt es sich um technische Insellösungen, die in tropischem Klima zum Einsatz kommen. Es werden Fotovoltaikmodule mitgeführt, um tagsüber die Kühlung der Impfstoffe zu gewährleisten. An den Einsatzorten wird die Stromversorgung teilweise über mitgeführte Generatoren sichergestellt. Jedes technische Equipment, das nicht zwingend erforderlich ist und Störungen verursachen könnte, ist hier fehl am Platze. Aufgrund der fehlenden Vernetzung ist ein unautorisierte Datenzugriff von außerhalb nicht zu erwarten. Daher empfiehlt sich der Einsatz eines bewährten Verfahrens, das keine Erweiterung der technischen Infrastruktur erfordert. Die Entscheidung fällt auf die Anmeldung am System mit Benutzername und Kennwort. Um die Kennwörter sicher auf dem Datenträger ablegen zu können, wird eine Hashfunktion, genauer eine kryptografische Hashfunktion benötigt.

4.16 Hashfunktionen

Hashfunktionen sind Einwegfunktionen, die aus Nachrichten beliebiger Länge eine Prüfsumme fester Länge erzeugen. Sie dienen dem Nachweis der Datenintegrität. Schon die Änderung eines einzelnen Bits der Ausgangsnachricht führt zu einer Änderung des Ergebnisses. Damit sind sie mit einem Fingerabdruck vergleichbar. Hashfunktionen sollen nach Möglichkeit schnell, nicht umkehrbar und kollisionsresistent sein. Unter Kollisionsresistenz versteht man, dass es keine verschiedenen Nachrichten gibt, die einen identischen Hashwert erzeugen. Dieser Umstand macht sie zu kryptografischen Hashfunktionen.^{88, 89}

Bekannte Verfahren sind Message Digest 5 (MD5), mit einem 128 Bit oder Secure-Hash- Algorithm-1 (SHA-1) mit einem 160 Bit Hashwert. Sie werden entwickelt, eine Zeit lang eingesetzt, von den Wissenschaften analysiert und schließlich mit Ideen und Rechenkraft gebrochen. So geschehen mit den oben aufgeführten Algorithmen. Und trotzdem sind sie vereinzelt noch im Einsatz.

⁸⁸ Spitz 2011, S. 31

⁸⁹ Beutelspacher 2009, S. 115

Der Heise-Verlag berichtete bereits im Februar 2017 mit der Schlagzeile „Todesstoß: Forscher zerschmettern SHA-1“⁹⁰ davon, dass die Hashfunktion in einem praktischen Angriff gebrochen wurde.

Message Digest 5 wurde 1991 vorgestellt und 2008 in einem praktischen Angriff gebrochen.⁹¹ Secure-Hash-Algorithm-1 wurde 1993 als SHA vorgestellt. Der erste Konstruktionsfehler musste bereits 1995 behoben werden.⁹² Bis zum ersten praktischen Angriff dauerte es dann noch bis 2017.

Als Nachfolger steht bereits SHA-2 zur Verfügung. Er besteht aus einer ganzen Familie von Algorithmen mit Hashwerten von 224 bis 512 Bit. Der Algorithmus wurde bereits 2001 standardisiert.⁹³

Entscheidet man sich für SHA-2 mit 256 Bit, betrachtet dabei die Expertise der amerikanischen Standardisierungsbehörde und des Entwicklers und die Jahre, die gebraucht wurden, um die oben aufgeführten Algorithmen zu brechen, dann ist SHA-2 zur Ablage von Kennwörtern eine gute Wahl. Der Wechsel von 160 auf 256 Bit dürfte die Sicherheit ebenfalls wesentlich erhöhen. Übergibt man der Hashfunktion zusätzlich zum Kennwort Zufalldaten, wird die Sicherheit weiter erhöht. Damit kommt SHA-2 zum Einsatz.

4.17 Visualisierung der Statistik

Zur grafischen Darstellung im Browser stehen zwei aktuelle Technologien zur Verfügung. Die 2001 veröffentlichten Scalable Vector Graphics und das seit 2004 im Html-Standard definierte Canvas. Dabei handelt es sich um die Technologien mit dem meisten Potenzial.

4.17.1 Scalable Vector Graphics (SVG)

SVG dienen der Beschreibung skalierbarer Vektorgrafiken die auf der Extensible Markup Language (XML) beruhen. Die Skalierung erfolgt verlustfrei. Ihre Bearbeitung kann in jedem Texteditor erfolgen. Die Darstellung der Elemente erfolgt in der

⁹⁰ HEISEa 2017

⁹¹ WIPEi 2017

⁹² WIPEj 2017

⁹³ WIPEk 2017

Reihenfolge, in der sie aufgeführt wurden. Elemente vom Anfang der Datei können durch am Ende der Datei positionierte Elemente überschrieben werden. Zur Darstellung im Browser sind keine Erweiterungen erforderlich. SVG können durch Scripte auf Benutzereingaben reagieren und jedes Element mit seinen Attributen kann zur Laufzeit geändert werden.

4.17.2 Canvas

Canvas ist ein Html-Element zum Zeichnen von Bildern oder Grafiken. Es steht seit Html 5 zur Verfügung. Über Scripte, zum Beispiel über Javascript, kann auf den Inhalt Einfluss genommen werden. Das Canvas-Element arbeitet pixelbasiert und wird von allen aktuellen Browsern unterstützt.

4.17.3 Schlussfolgerungen zur Visualisierung

Für das angestrebte Ziel, der grafischen Aufbereitung statistischer Informationen, sind beide Technologien ebenbürtig. Daten, die mit SVG visualisiert werden, lassen sich genauso mit Canvas darstellen und umgekehrt. Der größte Unterschied liegt in der grafischen Darstellung. SVG lassen sich ohne Qualitätsverlust skalieren. Der vermeintliche Vorteil von SVG lässt sich hier jedoch nicht nutzen, da er nicht sichtbar wird. Außerdem stellen beide Technologien nur die Grundlage zur Verfügung. Will man die Darstellungen der Diagramme nicht komplett neu programmieren, greift man am besten auf fertige Bibliotheken zurück.

5 Konzept für Datenbank und Webanwendung

Nachdem im vorangegangenen Kapitel die Grundlagen erörtert wurden, werden in diesem, auf Basis der Grundlagen, die Konzepte für Datenbank und Onlineanwendung erstellt.

Den Konzepten ging ein intensiver Prozess der Abstimmung mit dem Auftraggeber voraus. Es war wichtig zu erfahren, welche Daten in welchem Umfang gespeichert werden müssen. Weiterhin war es wichtig zu wissen, ob bereits bestimmte Vorstellungen über den zukünftigen Aufbau der Oberflächen existieren. Dafür wurden viele Seiten Papier beschrieben. Nach der Zusammenstellung wurden die Informationen strukturiert.

5.1 Konzept der Datenbank

Der erste Schritt der Datenmodellierung besteht im Erstellen des Entity-Relationship-Modells. Unter Anwendung der Normalformen ergibt sich ein Bedarf von 16 Tabellen. Alle außer der Labortabelle stehen untereinander in einer 1:n Beziehung. Zur Umsetzung sind Tabellen für folgende Themenkreise erforderlich:

- Persönliche Daten
- Verbindungsdaten
- Notfalldaten
- Lebenszeichen
- Physische Untersuchung
- Zusatzdaten für Kinder
- Zusatzdaten für Frauen
- Familiäre und persönliche Vorerkrankungen
- Historie der hiesigen Diagnosen
- Laboraufträge
- Laborergebnisse
- Laboradministration
- Wartezimmerverwaltung
- Behandlung
- Nutzerverwaltung
- Nachverfolgung

Die Tabellen und die Beziehungen sind in Abbildung 14 dargestellt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit und des Platzbedarfs wurden in der Darstellung der Tabellen

Laboradministration, Laborauftrag und Laborergebnis die Attribute, die sich namentlich nur gering unterscheiden und damit keinen Erkenntnisgewinn bringen weggelassen.

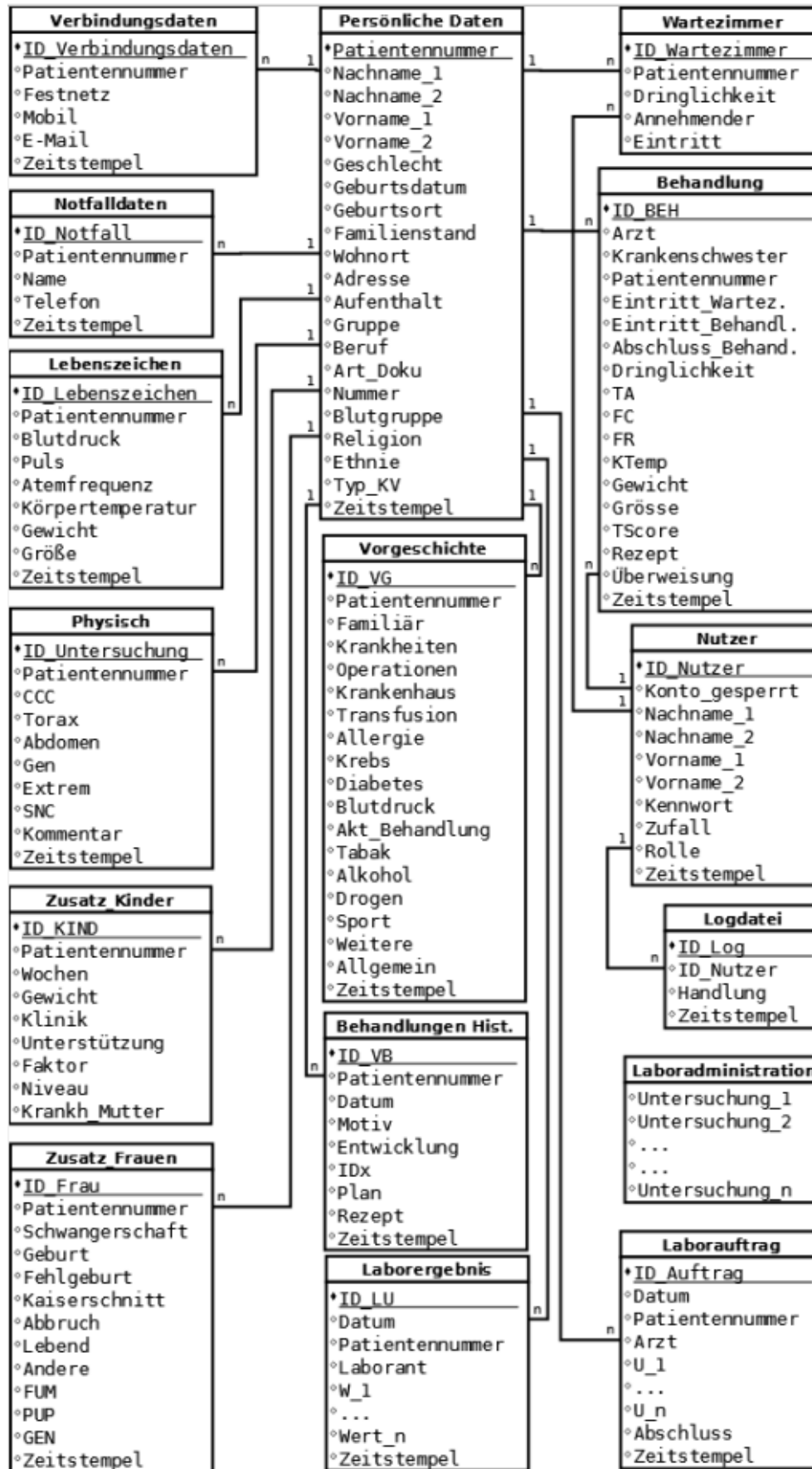


Abbildung 14: Tabellen nach ER-Modell

5.2 Konzept der Webanwendung

Eine Datenbank allein wird den Anwender nicht glücklich machen. Es wird eine Nutzerschnittstelle benötigt, die den Nutzer optimal unterstützt und die unter Punkt 2 analysierten Prozesse abbildet. Dafür wird eine Anwendung benötigt, die in hohem Maße gebrauchstauglich ist. Der Nutzer soll in der Realität das wiederfinden, was er im Arbeitsalltag lebt. Für neue Nutzer soll die Oberfläche intuitiv und leicht verständlich sein. Ein unkomplizierter und schneller Datenzugriff wäre wünschenswert. Dafür wird ein Berechtigungsmanagement benötigt.

5.2.1 Das Berechtigungsmanagement

Zum Schutz und um sicherzustellen, dass nur berechtigte Personen auf die Patientendaten zugreifen können, wird ein Berechtigungsmanagement mit geeigneten Berechtigungsstrukturen benötigt. Damit ist ein Rollenkonzept erforderlich, dass eine Funktionstrennung beinhaltet und nur autorisierten Anwendern den Zugriff gestattet. Die unter Punkt 2 analysierten Prozesse bilden diese Rollen sehr gut ab. Danach werden vier Rollen benötigt:

- Aufnahme
- Behandlung
- Labor
- Administrator

um eine wirksame Zugriffsberechtigung gegen unberechtigte Nutzung zu etablieren. Die Nutzer bekommen die Rollen vom Administrator zugewiesen. Er übernimmt alle Aufgaben, die mit der Verwaltung der Benutzerkonten einhergehen. Aus Sicherheitsgründen ist es nicht möglich die Rolle des Administrators mit einer anderen Rolle zu verbinden. Nachdem das Berechtigungsmanagement etabliert wurde kann die Struktur betrachtet werden.

5.2.2 Die Struktur der Webanwendung

Die Struktur orientiert sich an den unter Punkt 2 analysierten Prozessen und ist in ihren Hauptseiten zum Berechtigungskonzept identisch. Jede dieser Hauptseiten beinhaltet eine bestimmte Anzahl von Unterseiten. Der Einstieg in die Anwendung erfolgt immer über die Startseite.

5.2.2.1 Die Startseite

Die Startseite ist für jeden Nutzer der Zugang zur Anwendung. Hier erfolgt die Authentifizierung. Bedingt durch ein System von Zugriffsrechten und Sitzungen lassen sich alle anderen Seiten nur über diesen Weg erreichen. Sie verzweigt je nach Nutzerrechten in die Bereiche: Verwaltung, Anmeldung, Behandlung und Labor. Der Aufbau ist in Abbildung 15 dargestellt.

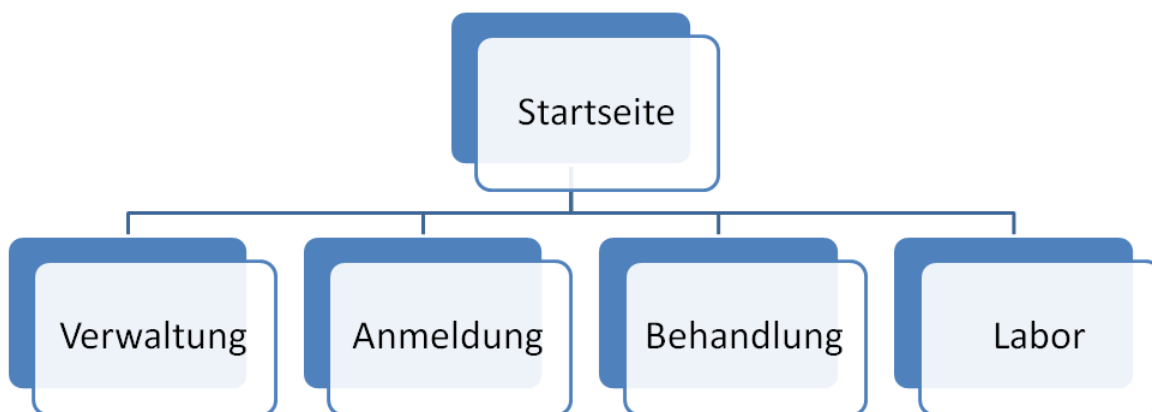


Abbildung 15: Startseite und Zugriffsmöglichkeit nach Benutzerrechten

5.2.2.2 Die Verwaltung

Der Verwaltungsbereich lässt sich ausschließlich mit Administrationsrechten aufrufen. Er unterteilt sich in einen allgemeinen ÜbersichtsBereich, die Möglichkeit zum Anlegen neuer Nutzerkonten und der Möglichkeit zur Bearbeitung. Der Aufbau ist in Abbildung 16 dargestellt.

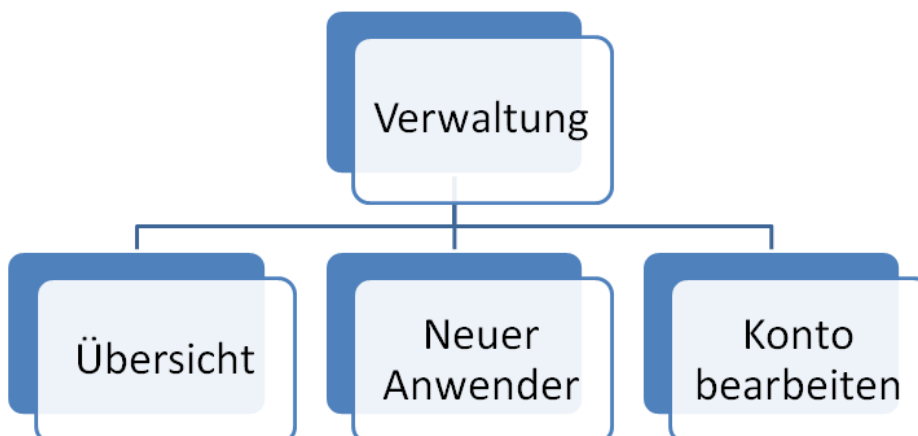


Abbildung 16: Der Verwaltungsbereich

5.2.2.3 Die Anmeldung

Der Anmeldebereich stellt den ersten Kontakt des Patienten mit der mobilen Klinik dar. Hier werden Patientenakten herausgesucht oder neue angelegt. Zu den Patientenakten gehört die Erfassung oder Aktualisierung persönlicher Daten, von Kontakt- und Notfalldaten. Weiterhin werden Lebenszeichen erfasst und die Dringlichkeit der Behandlung wird festgestellt. Die Verwaltung des Wartebereichs gehört ebenfalls in den Bereich der Anmeldung. Die Struktur wird in Abbildung 17 gezeigt.

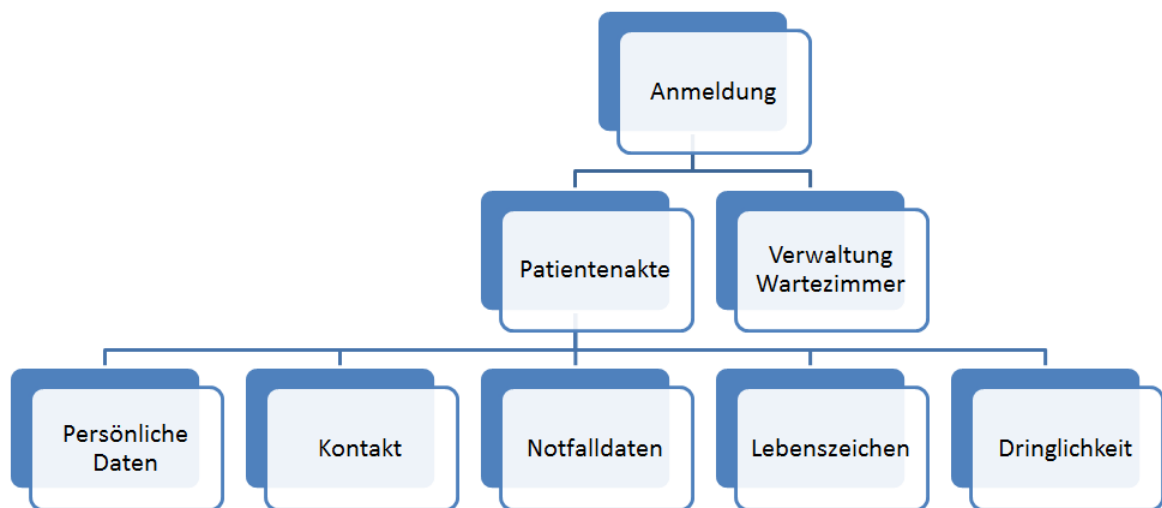


Abbildung 17: Der Anmeldebereich

5.2.2.4 Die Behandlung

Die Behandlung erfolgt durch einen Arzt. Er verfügt über sehr umfangreiche Zugriffsmöglichkeiten. Deshalb hat er Zugriff auf alle Patientenakten und damit auf alle Daten, die zur Ausübung seiner Tätigkeit erforderlich sind. Über die Wartezimmerverwaltung wählt er den zu behandelnden Patienten aus. Damit wird ihm automatisch die entsprechende Patientenakte vorgelegt und die aktuelle Behandlung kann beginnen. Bei Bedarf ist es ihm möglich Laboraufträge auszulösen und die Ergebnisse einzusehen. Für Frauen und Kinder werden weitere Daten erfasst. Impfungen und die Ergebnisse physischer Untersuchungen verantwortet er ebenfalls. Das betrifft auch die statistischen Funktionen. Die Struktur des Behandlungsbereiches ist in Abbildung 18 dargestellt.

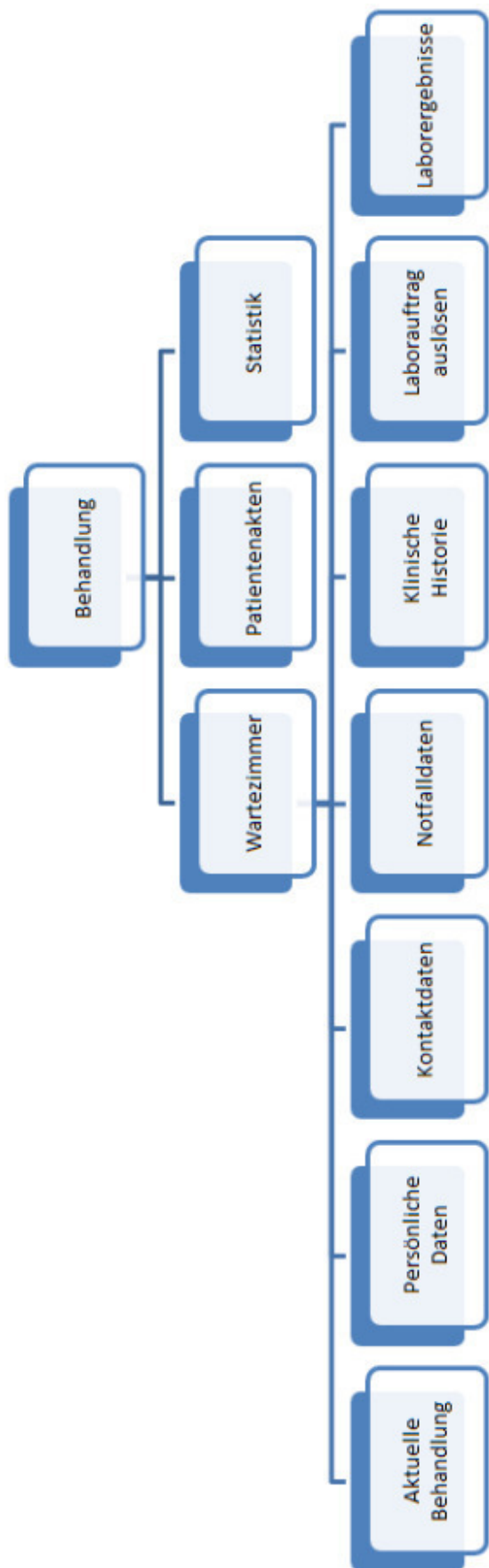


Abbildung 18: Die Behandlung

5.2.2.5 Das Labor

Das Labor verwaltet seinen eigenen Wartebereich mit entsprechender Auftragsliste. Nach Abarbeitung der Aufträge werden die Resultate im System bereitgestellt. Abbildung 19 zeigt den Bereich.

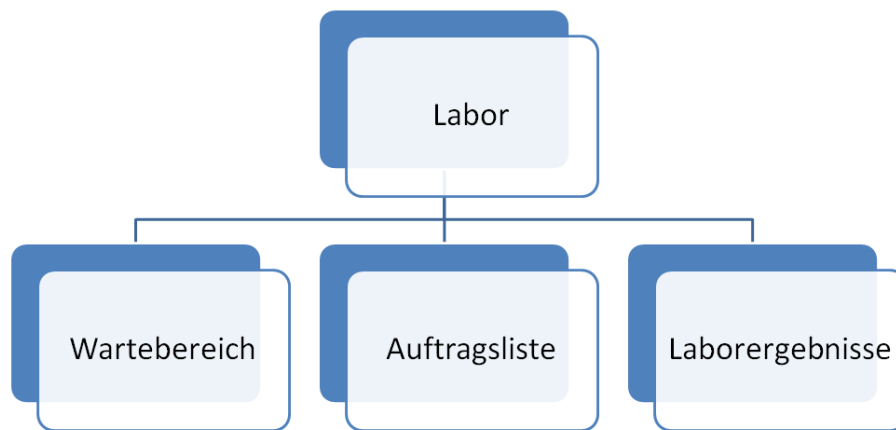


Abbildung 19: Das Labor

6 Umsetzung

In diesem Kapitel wird das Konzept aus Punkt 5 umgesetzt. Dazu wird zuerst die Datenbank erstellt.

6.1 Die Datenbank

6.1.1 Erstellung der Datenbank

Als Datenbanksystem wurde unter Punkt 4 MySQL ausgewählt. Die Durchführung administrativer Aufgaben kann sowohl in der Konsole als auch mit Programmen wie der Workbench von Oracle, phpMyAdmin oder anderer geeigneter Software erfolgen. Aufgrund des Leistungsumfangs der verschiedenen Programme entscheiden hier nur die Vorlieben. Die Umsetzung erfolgt in der Structured Query Language. Die Bezeichnung der Tabellen und Attribute erfolgt in spanischer Sprache.

Zuerst wird die Datenbank mit dem Namen „Clinica“ erstellt. Als standardisierter Zeichensatz wird Unicode Transformation Format 8 (UTF8) verwendet.

```
CREATE DATABASE
  `Clinica`
DEFAULT CHARACTER SET
  utf8
COLLATE utf8_general_ci;
```

Nach erfolgreicher Erstellung der Datenbank können die Tabellen erstellt werden. Die Umsetzung erfolgt an Hand der unter Punkt 5.1 erstellten Konzeption. Entitäten und Attribute werden vorher in die spanische Sprache übertragen.

Zur eindeutigen Zuordnung aller Daten in der Datenbank bekommt jeder Patient eine Patientennummer. Die Vergabe erfolgt automatisch beim Anlegen der elektronischen Patientenakte. Jede Patientennummer ist einmalig.

6.1.2 Erstellung der Tabellen

Es werden Tabellen vom Typ InnoDB verwendet. Die Tabellen werden durch Primär- und Fremdschlüssel miteinander in Beziehung gesetzt. Beispielhaft wird hier die Tabelle zur Erfassung der persönlichen Daten mit dem Namen „DatosPersonales“ erstellt. Das Beispiel soll nur die Vorgehensweise demonstrieren. Deshalb werden nur vier zufällig ausgewählte Attribute dargestellt.

```
CREATE TABLE DatosPersonales
(
    NumeroDelPaciente INT NOT NULL AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
    Apellido_1 VARCHAR(30),
    FechaDeNacimiento DATE,
    Tiempo TIMESTAMP(14)
)
ENGINE=INNODB DEFAULT CHARACTER SET utf8;
```

Dem Attribut „NumeroDelPaciente“ wird durch AUTO_INCREMENT eine laufende Nummer zugewiesen, welche sich für jeden neuen Patienten inkrementiert. PRIMARY KEY weist dieses Attribut als Primärschlüssel aus. Auf diesen Primärschlüssel kann ein Fremdschlüssel referenzieren. Das soll durch das nachfolgende Beispiel demonstriert werden. Hier wird die Tabelle mit dem Namen „Urgencia“ angelegt.

```
CREATE TABLE Urgencia
(
    ID_Urgencia INT NOT NULL AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
    NumeroDelPaciente INT,
    FOREIGN KEY (NumeroDelPaciente)
    REFERENCES DatosPersonales (NumeroDelPaciente)
)
ENGINE=INNODB DEFAULT CHARACTER SET utf8;
```

Das Attribut „NumeroDelPaciente“ ist hier der Fremdschlüssel, der auf das Attribut „NumeroDelPaciente“ in der Tabelle „DatosPersonales“ referenziert.

Mit dieser Vorgehensweise werden alle im Konzept aufgeführten Tabellen erstellt und miteinander in Beziehung gesetzt. Da die Erstellung aufwendig ist, wird zur Verbreitung der Datenbank ein Installationsscript erstellt.

6.1.3 Erstellung eines Scripts zur Portierung der Datenbank

Im Falle einer Neuinstallation oder der Portierung der Datenbank auf andere Systeme müssten die Datenbank und alle Tabellen neu erstellt und miteinander in Beziehung gesetzt werden. Das wäre ein äußerst aufwendiges und zeitintensives Vorgehen. Deshalb wird die Struktur der Datenbank in einer Datei gesichert. Der Umfang der Sicherung kann durch Parameter festgelegt werden. Die Sicherung kann in der Konsole oder mit Hilfe der unter Punkt 6.1.1 aufgeführten Programme erfolgen. Der Befehl zur Sicherung in der Konsole lautet:

```
mysqldump -u [Benutzername] -p[Password] -h [Datenbankserver] --verbose --no-data [Datenbank] > [Datei]
```

Mit einer grafischen Oberfläche, wie der von Oracle bereitgestellten Workbench, lässt sich der Export allerdings komfortabler umsetzen. Hier muss nach Auswahl des Datenexports lediglich die Datenbank und Dump Structure Only ausgewählt werden. Abbildung 20 zeigt den Vorgang.

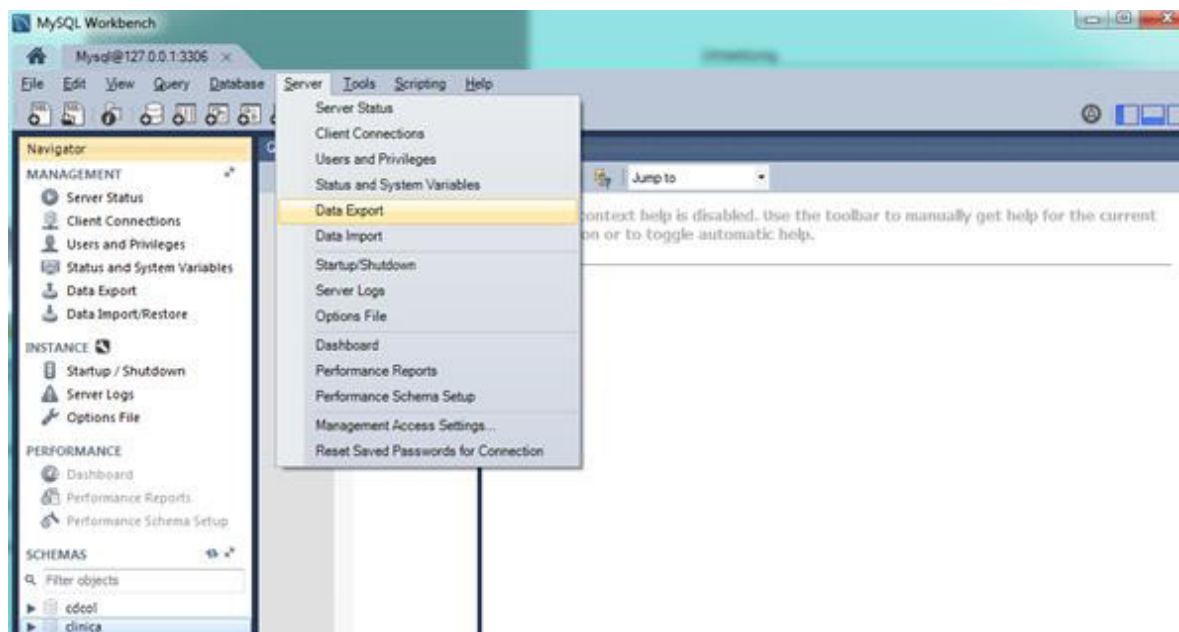


Abbildung 20: Export der Datenbankstruktur

Es kann wahlweise die Struktur jeder Tabelle oder die Struktur der gesamten Datenbank, in eine Datei gesichert werden. Die Ausgabedatei beinhaltet außer der Struktur keine weiteren Daten. Bei Bedarf kann sie komprimiert werden. Damit ist die Grundlage für die Portierung, das Rollout der Datenbank gelegt.

Die erstellte Datenbank mit ihren Tabellen und Beziehungen wird im Anhang dieser Arbeit aufgeführt.

Zur Nutzung der Datenbank wird eine Anwendung, in diesem Fall eine Online-Anwendung benötigt.

6.2 Erstellung der Online-Anwendung

Die Online-Anwendung dient der Kommunikation mit der Datenbank. Nach dem Konzept aus Punkt 5.2 orientiert sie sich dabei an den unter Punkt 2 analysierten Prozessen, die damit digital transformiert werden. Zur Erstellung wird die Scriptsprache PHP benutzt.

Nach Ansicht des Verfassers dieser Arbeit ist es wichtig dem Auftraggeber möglichst früh einen ersten Entwurf zu präsentieren. Dies dient dem Informationsaustausch und signalisiert die Richtung der Entwicklung. Der Kunde hat so die Möglichkeit sich zu einem frühen Zeitpunkt mit der Oberfläche zu vertraut zu machen. Damit erkennt man frühzeitig, ob seine Vorstellung getroffen wurde und er für den Entwurf Sympathien hegt. Der Kunde wird damit in den Entwicklungsprozess einbezogen und kann zu einem frühen Zeitpunkt in seinem Sinne auf die Gestaltung Einfluss nehmen. Damit sind Missverständnisse und spätere grundlegende Änderungen, die mit großem Aufwand durchgeführt werden müssen, weniger wahrscheinlich.

6.2.1 Ansicht der Onlineanwendung

Zur Gewährleistung eines einheitlichen Erscheinungsbildes, wird eine Vorlage erstellt. Sie unterteilt sich in einzelne Bereiche, die Menüs und Datenbereichen ein definiertes Aussehen gibt. Abbildung 21 zeigt die Aufteilung in einen Kopf-, Seiten- und Datenbereich.

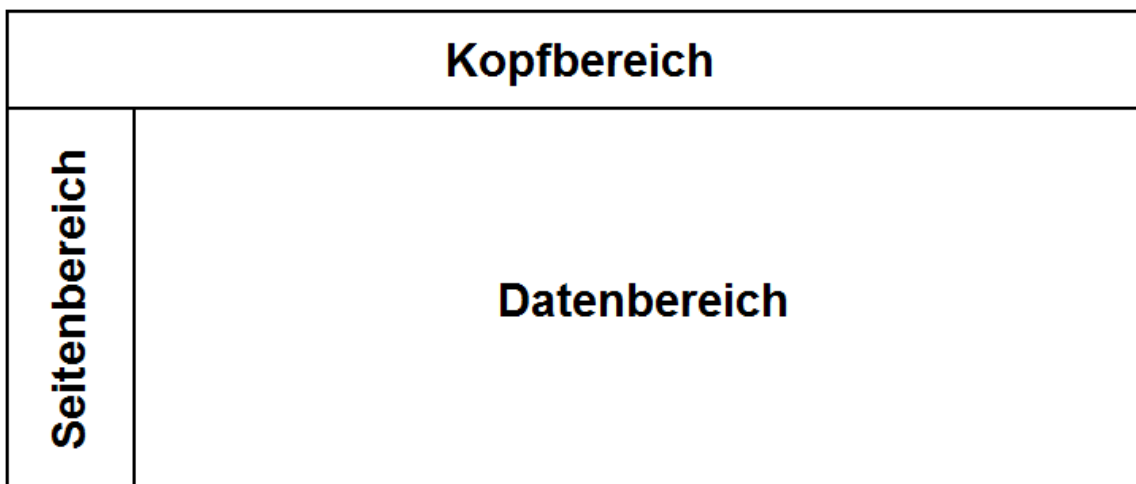


Abbildung 21: Aufteilung des Arbeitsbereiches

Kopf- und Seitenbereiche sind für Menüs vorgesehen. Der Umfang der Menüs ist abhängig von den Benutzerrechten.

Das Menü im Kopfbereich ermöglicht die Verwaltung der Patienten und des Wartezimmers. Weiterhin können hier statistische Auswertungen erstellt werden. Die-

se beziehen sich auf die Dringlichkeit pro, Patienten pro Tag und Patienten pro Monat. Die Abmeldung des Anwenders und der Wechsel des Kennwortes sind hier ebenfalls angesiedelt.

Mit Hilfe des seitlichen Menüs wird ausschließlich in den Patientendaten navigiert. Dieses Menü wirkt sich unmittelbar auf den Datenbereich aus.

6.2.2 Die Startseite

Der Zugang zur Anwendung erfolgt nach Punkt 5.2.2.1 ausschließlich über die Startseite. Der autorisierte Anwender meldet sich hier, wie in Abbildung 22 dargestellt, mit seinem Benutzernamen und Kennwort an. Das Kennwort ist während der Eingabe natürlich nicht lesbar.

Mit erfolgreicher Anmeldung startet eine Session. Sessions bieten die Möglichkeit zur Datenverwaltung und können Autorisierungsinformationen beinhalten. Die Daten existieren über die gesamte Lebensdauer der Session. Eine Session erlischt mit der Abmeldung durch den Nutzer oder durch Server-Timeout. Jede erfolgreiche Anmeldung am System generiert eine Session-ID. Diese Identifikation wird vom Browser des Anwenders bei jedem Seitenaufruf an den Webserver gesendet und ermöglicht so seine Identifikation. Damit kann die Berechtigung zum Seitenaufruf bei jeder neuen Seite geprüft und der Anwender bei fehlender Berechtigung abgewiesen werden. Der Nutzer kann die über ihn in der Session abgelegten Informationen nicht einsehen oder verändern.



Consultorio médico - la mejor herramienta para el médico moderno.

Entrar

Usuario:

Clave:

© Médicos sin fronteras 2017 - Para un mundo mejor!

Abbildung 22: Startseite der Anwendung

Die Eingabe der Anmeldedaten über Textfelder stellt allerdings auch ein Risiko dar, da es einem Angreifer möglich ist hier Zeichen einzugeben, die vom Server als Steuerzeichen interpretiert werden und möglicherweise eine nicht gewollte, missbräuchliche Reaktion auslösen. PHP bietet hier Befehle, um dieses Risiko auf ein Minimum zu reduzieren.

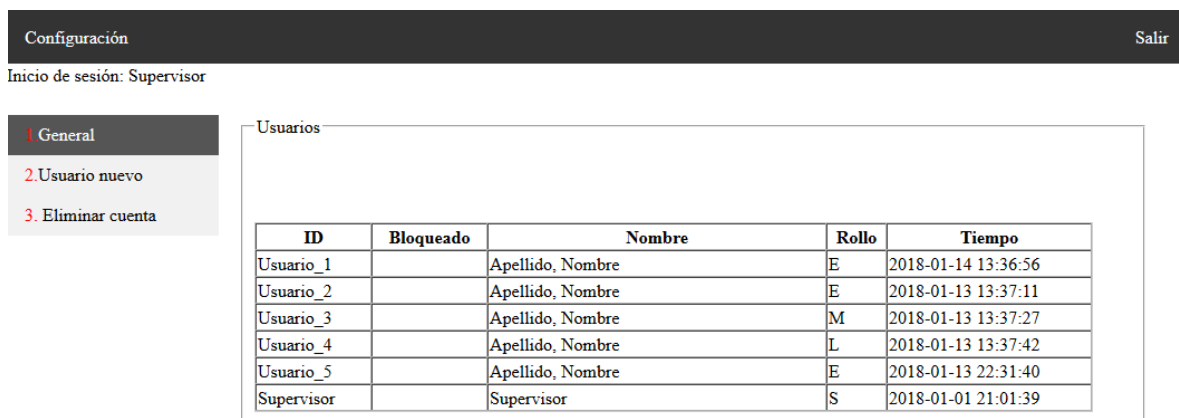
Um die Sicherheit der Kennwörter zu garantieren, werden sie durch eine kryptografische Einwegfunktion verschlüsselt in der Datenbank abgelegt. Der Ablageort wurde prophylaktisch zur Aufnahme von 1024 Bit vorgesehen, um auf unvorhersehbare Entwicklungen auf dem Gebiet der Hashfunktionen besser vorbereitet zu sein. Die Entscheidung für die einzusetzende Hashfunktion fiel unter Punkt 4.14. Zur Anwendung kommt der Secure Hash Algorithm 2 (SHA-2), der einen Hashwert von 256 Bit erzeugt. Um zu verhindern, dass gleiche Kennwörter gleiche Hashwerte erzeugen, wird ein „Salz“ verwendet. Dabei handelt es sich um Zufallsdaten, die sich für jeden Anwender unterscheiden und die zusammen mit dem Kennwort die Einwegfunktion durchlaufen.

Bei der Anmeldung erfolgt der Zugriff auf die Nutzertabelle. Hier werden die zur Anmeldung erforderlichen Daten des entsprechenden Benutzerkontos bereitgehalten. Da die Kennwörter als Hashwerte abgespeichert werden, sind sie nicht einfach im Klartext auslesbar. Die hier, bei der Einrichtung hinterlegte Benutzerrolle entscheidet über die Zugriffsrechte. Der Zugriff auf das System wird protokolliert und in einer separaten Tabelle abgelegt.

Nach erfolgreicher Anmeldung sieht jeder Anwender eine auf seine Rolle zugeschnittene Oberfläche. Über das Menü können die verschiedenen Unterseiten angesteuert werden. Beim Aufruf jeder einzelnen Seite wird die Zugriffsberechtigung geprüft. Nicht autorisierte Zugriffe werden abgewiesen. Für die Zuweisung der Rollen ist der Administrator verantwortlich.

6.2.3 Die Verwaltung

Die Verwaltung der Zugriffsrechte erfolgt durch den Administrator. Abbildung 23 zeigt seinen Arbeitsbereich. Dargestellt ist die Übersichtsseite mit allen zur Zeit aktiven Benutzerkonten. Man sieht die Anmeldenamen, Namen und Vornamen der Nutzer und die zugehörigen Berechtigungen. Das Menü verzweigt auf weitere Unterseiten mit der Möglichkeit die



ID	Bloqueado	Nombre	Rollo	Tiempo
Usuario_1		Apellido, Nombre	E	2018-01-14 13:36:56
Usuario_2		Apellido, Nombre	E	2018-01-13 13:37:11
Usuario_3		Apellido, Nombre	M	2018-01-13 13:37:27
Usuario_4		Apellido, Nombre	L	2018-01-13 13:37:42
Usuario_5		Apellido, Nombre	E	2018-01-13 22:31:40
Supervisor		Supervisor	S	2018-01-01 21:01:39

Abbildung 23: Oberfläche des Administrators

Nutzerkonten zu bearbeiten, zu sperren, neue zu erstellen oder Konten komplett zu löschen. Das Löschen eines Benutzerkontos hat keine Auswirkungen auf archivierte Daten. Es ist immer eindeutig nachvollziehbar, wer welche Behandlung oder Laboruntersuchung durchgeführt hat. Die Rolle des Administrators ist mit keiner anderen Rolle kombinierbar.

6.2.4 Die Anmeldung

Der Bereich Anmeldung bildet den Anmeldeprozess aus Punkt 2 komplett ab. Er dient zum Suchen von elektronischen Patientenakten, zum Anlegen neuer Patienten und zur Verwaltung des Wartezimmers. Die einzelnen Funktionen erschließen sich über das Menü. Zum Auffinden bestehender elektronischer Krankenakten wird die Suchfunktion benutzt. Sie ermöglicht die Suche nach Vornamen, Nachnamen, Geburtsdaten, Geburtsorten und Dokumentennummern. Zur erfolgreichen Suche ist es ausreichend, nach Teilen der oben aufgeführten Begriffe zu suchen. Abbildung 24 zeigt die Suchfunktion.

Abbildung 24: Funktion zum Auffinden von Patientenakten

Als Ergebnis werden alle Patienten aufgeführt, die mit dem Suchkriterium übereinstimmen. Je genauer der Suchbegriff gewählt wird, desto genauer ist das Ergebnis. Ein leeres Suchkriterium bewirkt die Ausgabe aller Patienten. Abbildung 25 zeigt die Ausgabe einer Suchanfrage.

Selección	Apellido	Apellido	Nombre	Nombre	Fecha de nacimiento	Lugar de nacimiento	Número de DI
Este paciente	Santos	Calderón	Juan	Manuel	10.08.1951	Bogotá	CO12345
Este paciente	Uribe	Vélez	Álvaro		04.07.1952	Medellín	CO99999
Este paciente	Castro	Ruz	Fidel	Alejandro	13.08.1926	Birán	Cu11111
Este paciente	Guevara	de la Serna	Ernesto	Rafael	14.06.1928	Rosario	Cu22222

Abbildung 25: Ausgabe der Suchfunktion

Die entsprechende Patientenakte wird durch Auswahl im Feld „Selección“ geladen. Das Resultat ist in Abbildung 26 dargestellt.

Inicio

Sala de espera

Configuración

Salir

Inicio de sesión: Nombre

1. Datos personales

2. Teléfonos y Correo electrónico

3. Datos de Contacto en caso de urgencia

4. Signos vitales

5. Paciente a la sala de espera

Datos personales

Apellido*

Apellido

Castro

Ruz

Nombre*

Segundo Nombre

Fidel

Alejandro

Sexo

Hombre

Fecha de nacimiento*

13.08.1926

Lugar de nacimiento*

Birán

Estado civil

Unión libre

Lugar de residencia

Dirección

Lugar de Procedencia

Grupo poblacional

Ocupación

Tipo de DI

Número de DI

Grupo sanguíneo

Religión

Etnia

Tipo de régimen en salud

* Casilla obligatoria

Guardar

Actualizar datos

Eliminar

Abbildung 26: Patientenakte

Der Aufnahmeprozess unterteilt sich in fünf Schritte, welche auf der linken Seite im Menü ersichtlich sind. Jeder Menüpunkt führt auf die entsprechende Seite und ermöglicht so die Erfassung oder Aktualisierung der entsprechenden Daten. Die Reihenfolge soll dabei unterstützen ist jedoch nicht zwingend einzuhalten. Vorhandene Datensätze lassen sich nur aktualisieren. Ein einmal angelegter Patient kann nicht mehr gelöscht werden.


Wird ein neuer Patient erfasst, müssen nicht alle Daten vollständig ausgefüllt werden. Zwingend erforderlich sind alle mit einem Stern markierten Felder. Zu jedem Patienten gehört mindestens ein Nachname, ein Vorname, der Geburtsort und das Geburtsdatum. Zur leichteren Eingabe des Geburtsdatums wird ein Date-Time-Picker verwendet.

Der Date-Time-Picker ist keine Eigenentwicklung. Es handelt sich hier um ein fertiges Modul, dass von der Webseite rainforestnet.com stammt und zur freien Verfügung steht. Die Lizenz gestattet die unentgeltliche Nutzung einschließlich durchzuführender Modifikationen. Zum erfolgreichen Einsatz war es nötig, den Datumsbereich zu vergrößern. Er wurde auf den 1. Januar 1917 angepasst. Weiterhin wurden die Monatsnamen ins Spanische übersetzt. Abbildung 27 zeigt den modifizierten Kalender.

Datos personales

Apellido*
Castro

Nombre*
Fidel

Fecha de nacimiento*  13.08.1926

Lugar de nacimiento* Birán

Se
H
Es
U

Enero 1917

Enero 1917

Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

✕

Abbildung 27: Modifizierter Kalender

In den persönlichen Daten werden ebenfalls Informationen über das Geschlecht, den Familienstand, die Bevölkerungsgruppe und die ethnische Herkunft erfasst. Die Informationen werden in Auswahlfeldern bereitgestellt. Die genauen Bezeichnungen wurden durch das Instituto nacional de salud de colombia vorgegeben und sind für das dortige Gesundheitssystem verbindlich.

Zur Unterstützung des Arztes werden einige messbare Körperdaten bereits im Bereich der Anmeldung erhoben. Dabei handelt es sich um den Blutdruck, den Puls, die Atemfrequenz, die Körpertemperatur, das Körpergewicht und die Körpergröße. Abbildung 28 zeigt die Darstellung. Die Daten werden mit der Speicherung augenblicklich in die Patientenakte übernommen und stehen während der Untersuchung durch den Arzt bereits zur Verfügung.

Signos vitales

TA	FC	FR	Temperatura	Peso en kg	Talla en cm
120/90	87	83	37,3	97	180

Abbildung 28: Lebenszeichen

Wurden alle Patientendaten aktualisiert, wird die Dringlichkeit der Behandlung festgelegt und der Patient in den Wartebereich gesetzt. Abbildung 29 zeigt die

Verwaltung des Wartezimmers. Möchte der Patient den Termin nicht wahrnehmen, kann er über das Menü wieder entfernt werden.

Die Verwaltung des Wartezimmers soll übersichtlich und schnell zu erfassen sein. Alle Patienten erscheinen in der Reihenfolge, in der sie aufgenommen wurden. Zu jedem Patienten gehört seine Patientennummer, unter der alle Daten zusammenlaufen. Der Name dient lediglich zum Aufrufen des Patienten. Das Alter wird in Lebensjahren angegeben und dient dem Arzt, genauso wie die Dringlichkeit, als Indikator zur Auswahl eines Patienten. Die Wartezeit wird bis zu zwei Stunden in Minuten ausgewiesen, danach in Stunden. Um nachvollziehen zu können, wer den Patienten aufgenommen hat, und aus welchem Grund welcher Dringlichkeitsgrad gewählt wurde, wird der Name der aufnehmenden Person immer zugeordnet.

Inicio Sala de espera Diagramas Configuración Salir								
Inicio de sesión: Médico								
Sala de espera								
4 pacientes que esperan para pasar a consulta.								
Nr.	Número del paciente	Nombre	Edad	Entrada	Tiempo esperando	Triage	Enfermero	Selección
1	3	Castro Ruz, Fidel Alejandro	92	14.01.18 14:02:40	50 minutos	V	Enfermero	Paciente a la consulta
2	4	Guevara de la Serna, Ernesto Rafael	90	14.01.18 14:10:56	42 minutos	V	Enfermero	Paciente a la consulta
3	1	Santos Calderón, Juan Manuel	67	14.01.18 14:19:43	33 minutos	IV	Enfermero	Paciente a la consulta
4	2	Uribe Vélez, Álvaro	66	14.01.18 14:34:50	18 minutos	I	Enfermero	Paciente a la consulta

Abbildung 29: Verwaltung des Wartezimmers

Nach Aufnahme im elektronischen Wartezimmer stehen die Daten allen Ärzten zur Verfügung.

6.2.5 Die Behandlung

Wie in Abbildung 30 dargestellt ist der Arbeitsplatz des Arztes recht umfangreich ausgestattet. Er besitzt die meisten Zugriffsrechte, da sie zur Ausführung seiner Arbeit erforderlich sind. So hat der Arzt jederzeit Zugriff auf alle verfügbaren Patientenakten. Im Notfall ist es ihm möglich, ohne fremde Unterstützung neue Patientenakten anzulegen. Weiterhin kann er in die Verwaltung der Warteliste eingreifen.

Der Arzt entscheidet an Hand der Wartezimmerliste, welcher Patient als nächster behandelt wird. Die Entscheidung für einen Patienten fällt aufgrund der Dringlichkeit, des Lebensalters und der Wartezeit des Patienten. Durch Auswahl des Patienten in der Spalte „Selección“ der Warteliste, dargestellt in Abbildung 29, wird beim Arzt die Patientenakte geöffnet und der Patient aus der Wartezimmerliste

entfernt. Abbildung 30 zeigt die Arbeitsoberfläche des Arztes mit dem Anfang der elektronischen Patientenakte. Es wird der komplette Behandlungsprozess aus Punkt 2 abgebildet.

Abbildung 30: Komplette Patientenakte

Da die Patientenakte auf Grundlage des Behandlungsprozesses entwickelt wurde, befinden sich alle Daten zur Entscheidungsfindung auf einer Seite. Im optimalen Fall wird die Seite von oben nach unten durchgegangen, wobei die letzten Zeilen für die Diagnose und den Behandlungsplan stehen. Überweisungen an Spezialisten sind ebenfalls vorgesehen. Mit dem Beenden der Behandlung wird gleichzeitig die Behandlungsdauer erfasst.

Über das Menü ist es jederzeit möglich, bestimmte Punkte der Patientenakte schnell anzusteuern. Die nummerierten Menüpunkte navigieren auf die entsprechenden Seiten, während die unnummerierten die entsprechenden Punkte der aktuellen Seite ansteuern.

Jede Patientenakte verfügt zu Unterstützung des Arztes über eine elektronische Zusammenfassung aller bisherigen Behandlungen. Dabei werden alle Gründe bisheriger Besuche mit gestellter Diagnose, Behandlungsplan und Entwicklung der Krankheit übersichtlich dargestellt. Die Darstellung erfolgt chronologisch.

Bei Kindern im Alter von unter sechs Jahren sind weitere Daten erforderlich. Dabei handelt es sich um die Schwangerschaftswochen zum Zeitpunkt der Geburt und

eine Gewichtsklassifikation. Der Geburtsort wird ebenfalls aus medizinischer Sicht erfasst. Es wird erfragt, ob das Kind in einer medizinischen Einrichtung mit entsprechender Betreuung oder zu Hause geboren wurde. Krankheiten der Mutter während der Schwangerschaft werden ebenfalls erfragt. In Abbildung 31 wird ein Ausschnitt aus der Datenerfassung gezeigt. Die Realisierung erfolgte bis zu einer Anzahl von vier Elementen über Radio-Schaltflächen.

Información del niño \leq 5 años

Semanas de gestación al momento del parto

Clasificación del peso

☐ Bajo peso al nacer (1.500-2.499 g)

☐ Muy bajo peso al nacer (\leq 1.499 g)

Sitio de atención del parto

☐ Institución de Salud

☐ Domicilio

☐ Otro

☐ Via pública

Persona que atendió el parto

Multiplicidad del embarazo

☐ Simple

☐ Doble

☐ Triple o más

Abbildung 31: Zusatzdaten für Kleinkinder

Handelt es sich bei den Patienten um Frauen unter 50 Jahren, sind ebenfalls zusätzliche Informationen erforderlich. Dabei geht es um Daten über Schwangerschaften, Kinder und Verhütung.

Stellt sich während der Behandlung heraus, dass zur Diagnosefindung Laboruntersuchungen erforderlich sind, können diese sofort ausgelöst werden. Abbildung 32 zeigt einen Teil der möglichen Untersuchungen. Der Auftrag wird direkt an das Labor geleitet.

Inicio	Sala de espera	Diagramas	Configuración	Salir
--------	----------------	-----------	---------------	-------

Inicio de sesión: Medico

- 0. Consulta actual
- 1. Datos personales
- 2. Teléfonos y Correo electrónico
- 3. Datos de Contacto en caso de urgencia
- 4. Seguimiento del paciente
- 5. Ordenes de laboratorio**
- 6. Exámenes del laboratorio
- Antecedentes
- Mujer en edad reproductiva
- Niño ≤ 5 años
- Vacunas
- Motivo consulta
- Examen físico

Paciente

Castro Ruz, Fidel Alejandro
Edad: 92 Años

Orden al Laboratorio

- ☐ Cuadro hemático
- ☐ Recuento de plaquetas
- ☐ Hemoglobina
- ☐ Tiempo de protrombina (PT)
- ☐ Colesterol
- ☐ Triglicéridos
- ☐ VSG
- ☐ Bilirrubinas
- ☐ Tiempo de Protrombina
- ☐ BUN (Nitrogeno ureico)
- ☐ Creatinina
- ☐ Fosfatasa alcalina
- ☐ Transaminasas hepáticas

Abbildung 32: Auslösung von Laboraufträgen

Die durchzuführenden Untersuchungen erscheinen augenblicklich in der Auftragsliste des Labors. Das Labor stellt die Ergebnisse auf dem gleichen Weg zur Verfügung. Abbildung 33 zeigt ein Beispiel. Dabei wird der Name der Untersuchung mit Referenzwerten und Einheiten aufgeführt. Werden identische Laboruntersuchungen wiederholt durchgeführt ergibt sich ein chronologischer Verlauf. Der Auszug in Abbildung 33 zeigt keine Laborwerte.

Inicio	Sala de espera	Diagramas	Configuración	Salir																																													
<div>0. Consulta actual</div> <div>1. Datos personales</div> <div>2. Teléfonos y Correo electrónico</div> <div>3. Datos de Contacto en caso de urgencia</div> <div>4. Seguimiento del paciente</div> <div>5. Ordenes de laboratorio</div> <div>6. Exámenes del laboratorio</div> <div>Antecedentes</div> <div>Mujer en edad reproductiva</div> <div>Niño ≤ 5 años</div> <div>Vacunas</div> <div>Motivo consulta</div> <div>Examen físico</div>																																																	
<div>Paciente</div> <div>Castro Ruz, Fidel Alejandro</div> <div>Edad: 92 Años</div> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Examen</th> <th>Valores de referencia</th> <th>Unidades</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Eritrocitos</td> <td>4,20 a 5,40</td> <td>millones</td> </tr> <tr> <td>Hemoglobina</td> <td>12,0 a 16</td> <td>gr %</td> </tr> <tr> <td>Hematocrito</td> <td>37,0 a 47,0</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Volumen corpuscular medio (VMC)</td> <td>80 a 98</td> <td>fl</td> </tr> <tr> <td>Hemoglobina corpuscular media (HCM)</td> <td>27,0 a 31,0</td> <td>pg</td> </tr> <tr> <td>Concentrac. corpusc. media DE Hb (CCMH)</td> <td>32,0 a 35,0</td> <td>gr/dl</td> </tr> <tr> <td>Ancho de distrib. de los eritrocitos (IDE)</td> <td>11,0 a 15,0</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Leucocitos</td> <td>4,5 a 10,0</td> <td>miles/mm³</td> </tr> <tr> <td>Segmentados</td> <td>50,0 a 67,0</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Linfocitos</td> <td>27,0 a 40,0</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Monocitos</td> <td>3,0 a 12,0</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Eosinófilos</td> <td>1,0 a 4,0</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Basófilos</td> <td>0,0 a 1,0</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Linfocitos reactivos</td> <td>0,0 a 7,5</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>					Examen	Valores de referencia	Unidades	Eritrocitos	4,20 a 5,40	millones	Hemoglobina	12,0 a 16	gr %	Hematocrito	37,0 a 47,0	%	Volumen corpuscular medio (VMC)	80 a 98	fl	Hemoglobina corpuscular media (HCM)	27,0 a 31,0	pg	Concentrac. corpusc. media DE Hb (CCMH)	32,0 a 35,0	gr/dl	Ancho de distrib. de los eritrocitos (IDE)	11,0 a 15,0	%	Leucocitos	4,5 a 10,0	miles/mm ³	Segmentados	50,0 a 67,0	%	Linfocitos	27,0 a 40,0	%	Monocitos	3,0 a 12,0	%	Eosinófilos	1,0 a 4,0	%	Basófilos	0,0 a 1,0	%	Linfocitos reactivos	0,0 a 7,5	%
Examen	Valores de referencia	Unidades																																															
Eritrocitos	4,20 a 5,40	millones																																															
Hemoglobina	12,0 a 16	gr %																																															
Hematocrito	37,0 a 47,0	%																																															
Volumen corpuscular medio (VMC)	80 a 98	fl																																															
Hemoglobina corpuscular media (HCM)	27,0 a 31,0	pg																																															
Concentrac. corpusc. media DE Hb (CCMH)	32,0 a 35,0	gr/dl																																															
Ancho de distrib. de los eritrocitos (IDE)	11,0 a 15,0	%																																															
Leucocitos	4,5 a 10,0	miles/mm ³																																															
Segmentados	50,0 a 67,0	%																																															
Linfocitos	27,0 a 40,0	%																																															
Monocitos	3,0 a 12,0	%																																															
Eosinófilos	1,0 a 4,0	%																																															
Basófilos	0,0 a 1,0	%																																															
Linfocitos reactivos	0,0 a 7,5	%																																															

Abbildung 33: Laborergebnisse

6.2.6 Das Labor

Das Labor stellt gerade in tropischen Gegenden einen unverzichtbaren Bereich dar und ist in vielen Fällen zum Stellen einer Diagnose unverzichtbar. Viele Proben müssen nach der Entnahme in kürzester Zeit analysiert werden. Eine Verzögerung könnte das Resultat verfälschen. Aus diesem Grund verfügen mobile Kliniken über ein eigenes Labor, um Untersuchungen vor Ort zeitnah realisieren zu können. Bedingt durch den Umfang möglicher Laboruntersuchungen und die besonderen Arbeitsbedingungen vor Ort steht im Allgemeinen nur das Basispaket an Untersuchungen zur Verfügung. Abbildung 34 zeigt beispielhaft eine Auftragsliste.

Inicio Sala de espera	Salir
--------------------------	-------

Inicio de sesión: Ayudante del laboratorio

No. ordenamiento	Día	Selección	Nombre	Exámenes	Medico	Examen
11	2018-01-14	Este paciente	Santos Calderón, Juan Manuel	- Grupo sanguíneo - Extendido de sangre periférica	Medicó	Terminado
12	2018-01-14	Este paciente	Uribe Vélez, Álvaro	- Transaminasa Pirúvica (ALT-GPT) - Hormona estimulante de la tiroides - Serología - Glicemia en ayunas	Medicó	Terminado
13	2018-01-14	Este paciente	Castro Ruz, Fidel Alejandro	- Transaminasa Pirúvica (ALT-GPT) - Hormona estimulante de la tiroides - Serología - Coprológico	Medicó	Terminado

Abbildung 34: Labor-Auftragsliste

Die Laboraufträge wurden vom behandelnden Arzt beauftragt. Jeder Auftrag verfügt über eine Auftragsnummer, das Datum der Auftragserteilung, den Namen des Patienten, den Namen des auftraggebenden Arztes und die durchzuführenden Untersuchungen. Durch Auswahl des entsprechenden Patienten gelangt man zur Dateneingabe. Abbildung 35 zeigt einen Ausschnitt der Dateneingabe.

Inicio Sala de espera	Salir
--------------------------	-------

Inicio de sesión: Ayudante de laboratorio

1. General

2. Más

Paciente

Santos Calderón, Juan Manuel
Edad: 67 Años

Cuadro hemático

Eritrocitos	Hemoglobina
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Hematocrito	VMC
<input type="text"/>	<input type="text"/>
HCM	CCMH
<input type="text"/>	<input type="text"/>
IDE	Leucocitos
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Segmentados	Linfocitos
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Abbildung 35: Labordateneingabe

Wurden alle Daten erfasst, wird der Laborauftrag abgeschlossen. Damit wird der Auftrag aus der Auftragsliste entfernt und steht augenblicklich dem behandelnden Arzt zur Verfügung.

Mit den statistischen Auswertungen ist die Online-Anwendung dann komplett.

6.2.7 Statistische Auswertungen

Um Aussagen über die behandelten Patienten treffen zu können, sind seitens des Auftraggebers drei verschiedene Auswertungen gefordert.

1. Anzahl der Notfälle pro Tag unterteilt auf die einzelnen Dringlichkeitsstufen
2. Monatsauswertung Patienten pro Tag
3. Jahresauswertung Patienten pro Monat

Da es sich um medizinische Daten handelt, können diese Auswertungen nur von einem Arzt erstellt werden. Sie stehen unter dem Menüpunkt „Diagrammas“ zur Verfügung.

Unter Punkt 4.17 wurden Ansätze zur Visualisierung betrachtet. Dabei zeigte sich, dass die Technologien gleichwertig sind. Doch egal für, welche man sich entscheidet, die Darstellung muss erst programmiert werden. In diesem Fall ist es besser, auf eine bereits existierende Diagramm-Bibliothek zurückzugreifen. Eine breite Auswahl an Diagrammen ist hier ein klarer Vorteil. Um auch in Zukunft keine Lizenzprobleme zu bekommen, empfiehlt sich Open-Source-Software. Die frei verfügbaren Bibliotheken setzen wie unter Punkt 4.17 ebenfalls auf SVG oder Canvas. Bei der Entscheidung für eine Grafik-Bibliothek fällt dem Verfasser dieser Arbeit eine besonders auf. Sie bietet:

- Acht verschiedene Diagrammtypen
- Wird unter einer Open-Source-Lizenz angeboten
- Arbeitet auf der Basis von Html 5 Canvas
- Unterstützt responsive Webtechniken

Das äußere Erscheinungsbild der Bibliothek wirkt sehr professionell. Der Entwickler scheint mit sehr viel Liebe zum Detail vorgegangen zu sein. Auch die Wahl der Farben und deren Kombination scheint sehr gelungen. Sie steht auf der Webseite [charts.org](https://d3js.org) zur Verfügung und wird hier eingebunden.

Zur Darstellung der Dringlichkeit wurde ein Ringdiagramm ausgewählt. Das Diagramm kann für jeden Kalendertag erstellt werden. Da es maximal fünf Dringlichkeitsstufen darstellen muss, ist es sehr übersichtlich. Durch Überstreichen des entsprechenden Ringbereiches wird der Wert numerisch ausgegeben. Abbildung 36 zeigt das Diagramm.

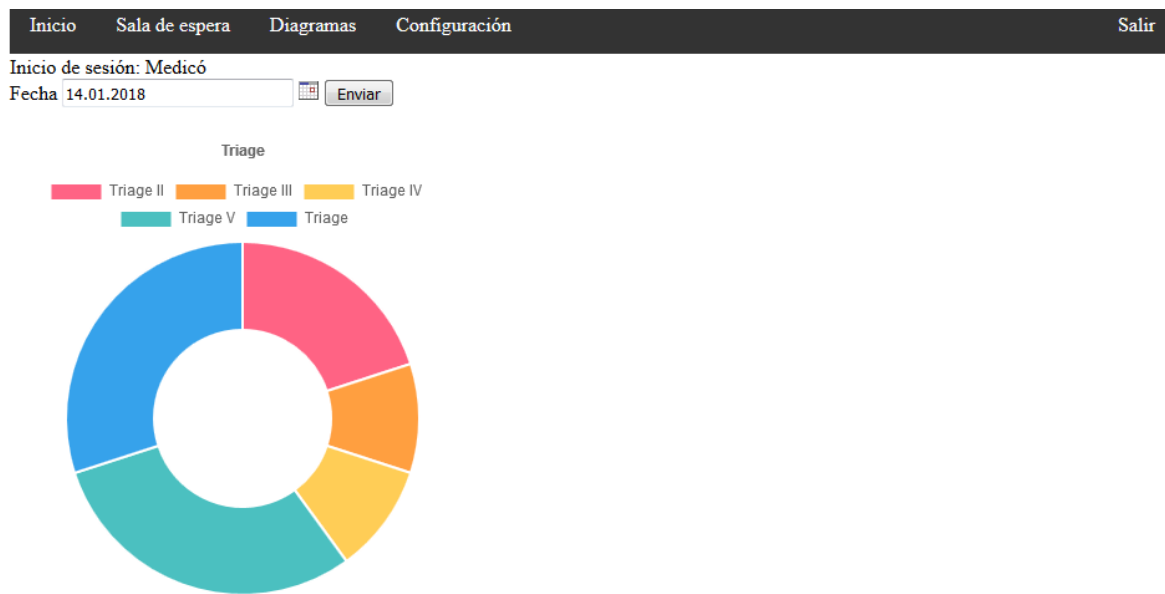


Abbildung 36: Dringlichkeit pro Tag

Zur Darstellung der Patientenzahlen pro Tag und pro Monat wurde ein X-Y Diagramm ausgewählt. Da sich die Diagramme nur in der Abszisse unterscheiden, wird hier in Abbildung 37 nur die Darstellung „Patienten pro Tag“ gezeigt.

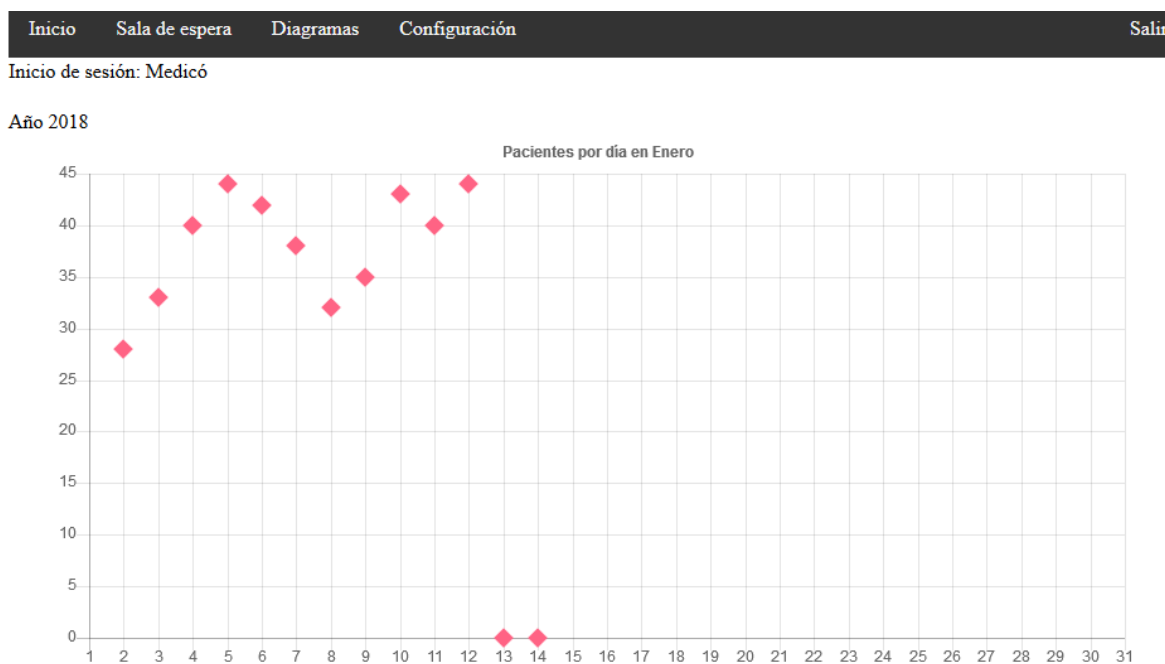


Abbildung 37: Patienten pro Tag

7 Fazit

Zum Abschluss der Arbeit soll ein Resümee über Erfolg und Misserfolg gezogen werden. Im Anschluss werden mögliche Perspektiven aufgezeigt.

7.1 Bewertung der Umsetzung

Die vorliegende Diplomarbeit schildert die systematische Vorgehensweise bei der Analyse der Arbeitsabläufe in mobilen Kliniken der humanitären Hilfe. Die in den analysierten Prozessen entstehenden Patientendaten werden zusammengeführt, strukturiert und zentral in einer Datenbank abgelegt. Prozesse und Daten werden einer digitalen Transformation unterzogen.

Zur Zielerreichung wurden zuerst die Prozesse der mobilen Klinik analysiert. Die Ergebnisse legten den Schluss nahe, dass die Möglichkeit besteht, den Transformationsprozess mit am Markt verfügbarer Software gestalten zu können. Daraufhin wurden die Anforderungen an das gesuchte Produkt definiert. Aus dem europäischen und dem lateinamerikanischen Raum wurden die Produkte der Fachrichtung Allgemeinmedizin mit der weitesten Verbreitung ausgewählt. Nach Prüfung der Anforderungen wurde festgestellt, dass es vielversprechende Kandidaten gibt, jedoch keiner alle Bedingungen erfüllt. Die nicht erfüllten Bedingungen sind aus Sicht des Auftraggebers allerdings so gravierend, dass hier keine Kompromisse eingegangen werden können. Damit war der Ansatz, den Transformationsprozess mit am Markt verfügbarer Software umzusetzen gescheitert.

Der neue Ansatz zielte auf eine Kombination aus Datenbank und Online-Anwendung als Eigenentwicklung. Zu diesem Zweck wurden zuerst Grundlagen betrachtet, um die richtigen Komponenten auswählen zu können. Die Entscheidung fiel auf das relationale Datenbanksystem MySQL und die Scriptsprache PHP. Da es sich in beiden Fällen um sehr weit verbreitete Open-Source-Produkte handelt, ist die Wahl als relativ zukunftsicher anzusehen. Es zeigt sich ebenfalls, dass Open-Source-Software kommerziellen Produkten durchaus ebenbürtig ist.

Nach dieser Entscheidung konnte das Konzept für die Datenbank und die Online-Anwendung erstellt werden. Das Konzept orientiert sich dabei sehr stark an den analysierten Prozessen der mobilen Klinik.

Auf Basis der Konzepte für Datenbank und Online-Anwendung erfolgte die Umsetzung. Es hat sich gezeigt, dass die analysierten Prozesse der mobilen Klinik sehr gut transformiert werden konnten. Es ist ein Produkt entstanden, das sich

durch seinen modularen Aufbau sehr gut warten oder erweitern lässt. Das Produkt erweist sich als robust und performant.

Abschließend kann eingeschätzt werden, dass die Zielsetzung dieser Arbeit erreicht wurde.

7.2 Ausblick

Die digitale Transformation ist als weltweiter Trend anzusehen. Es ist zu erwarten, dass die Dynamik der Entwicklung weiter zunimmt. Da Daten aller Art als Geschäftskapital angesehen werden, wird sich diese Entwicklung besonders auf das Gesundheitswesen auswirken.

Das in dieser Arbeit erstellte Produkt führte zu einer starken Konzentration an Patientendaten, die viele Möglichkeiten bieten. Für die Zukunft sollte das Reporting weiter ausgebaut werden. Denn die Datenmenge wird weiter wachsen und die grafischen Darstellungsmöglichkeiten wurden bereits integriert.

Weiterhin könnte die Migration externer medizinischer Unterlagen in die Datenbank erfolgen. Damit könnten zum Beispiel Röntgenunterlagen in die Datenbasis aufgenommen werden.

Mobile Kliniken werden weltweit an humanitären Brennpunkten eingesetzt. An diesen Orten existiert oft keine medizinische Infrastruktur. Wo es keine Ärzte gibt, da gibt es auch keine Apotheken. Aus diesen Gründen führt Médicos sin Fronteras eigene Arzneibestände mit. Damit besteht die Möglichkeit, die Anwendung um die Rolle Apotheke zu erweitern. Auf diese Weise könnte man zu jedem Zeitpunkt genaue Aussagen zum Arzneimittelbestand treffen.

Literatur

- Beutelspacher 2009 Beutelspacher: Eine Einführung in die Wissenschaft vom Verschlüsseln, Verbergen und Verheimlichen. - 9. aktualisierte Auflage, Wiesbaden, Vieweg+Teubner, 2009
- Duden 2007 Wissenschaftlicher Rat der Dudenredaktion: Duden-Deutsches Universalwörterbuch, Mannheim, Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG, 2007
- Fischer 2011 Fischer, Peter; Hofer, Peter: Lexikon der Informatik - 15. überarbeitete Auflage, Berlin [u. a.], Springer-Verlag, 2011
- Geisler 2011 Geisler, Frank: Datenbanken – Grundlagen und Design, Heidelberg [u. a.], mitp, 2011
- Gennick 2007 Gennick, Jonathan: SQL kurz & gut - 2. Auflage, Beijing [u. a.], O'Reilly Verlag, 2007
- Haas 2005 Haas, Peter: Medizinische Informationssysteme und Elektronische Krankenakten, Berlin [u. a.], Springer-Verlag, 2005
- Hansen 2015 Hansen, Hans Robert, Mendling, Jan, Neumann, Gustaf: Wirtschaftsinformatik – Grundlagen und Anwendungen - 11. völlig neu bearbeitete Auflage, Berlin [u. a.], Walter de Gruyter, 2015
- Heim 2017 Heimgärtner, Rüdiger: Interkulturelles User Interface Design – Von der Idee zum erfolgreichen Produkt, Undorf, Springer Vieweg, 2017

- Johner 2015 Johner, Christian; Hölzer-Klüpfel, Matthias; Wittorf, Sven: Basiswissen Medizinische Software – Aus- und Weiterbildung zum Certified Professional for Medical Software - 2. Überarbeitete und aktualisierte Auflage, Heidelberg, dpunkt.verlag, 2015
- KBV1 2016 Kassenärztliche Bundesvereinigung: Anforderungen an Hard- und Software in der Praxis – Hinweise zum Datenschutz, Berlin, KBV, 2016
- Klußmann 2007 Klußmann, Niels: Lexikon der Kommunikations- und Informationstechnik, Heidelberg, Hüthig-Verlag, 2007
- Kramme 2017 Kramme, Rüdiger (Hrsg.): Medizintechnik – Verfahren – Systeme - Informationsverarbeitung - 5. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Titisee-Neustadt, Springer-Verlag, 2017
- Matzer 2007 Matzer, Michael; Lohse, Hartwig: Dateiformate ODF, DOCX, PSD, SMIL, WAV & Co. - Einsatz und Konvertierung, Paderborn, entwickler-press Software & Support Verlag, 2007
- Saake, 2010 Saake, Gunter; Sattler, Kai-Uwe; Heuer, Andreas: Datenbanken - Konzepte und Sprachen – 4. Auflage, Heidelberg [u. a.], mitp, 2010
- Schicker 2017 Schicker, Edwin: Datenbanken und SQL – Eine Praxisorientierte Einführung mit Anwendungen in Oracle, SQL Server und MySQL - 5. Auflage, Wiesbaden, Springer Vieweg, 2017
- Schönfeld 2012 Schönfeld, Dagmar; Klimant, Herbert; Piotraschke, Rudi: Informations- und Kodierungstheorie - 4. Auflage, Wiesbaden, Springer-Vieweg, 2012
- Spitz 2011 Spitz, Stephan; Pramateftakis, Michael; Swoboda, Joachim: Kryp-

- tographie und IT-Sicherheit – Grundlagen und Anwendungen -2. überarbeitete Auflage, Wiesbaden, Vieweg+Teubner Verlag, 2011
- Stahlknecht 2006 Stahlknecht, Peter; Hasenkamp, Ulrich: Arbeitsbuch Wirtschaftsinformatik - 4. vollständig überarbeitete Auflage, Berlin [u. a.], 2006
- Steiner 2017 Steiner, René: Grundkurs Relationale Datenbanken -9. Erweiterte und aktualisierte Auflage, Wiesbaden, Springer Vieweg, 2017
- Wenz 2016 Wenz, Christian; Hauser, Tobias: PHP 7 und MySQL – Das umfassende Handbuch – 2. aktualisierte und erweiterte Auflage, Bonn, Rheinwerk-Verlag, 2016,
- Zauner 2008 Zauner, Martin; Schrempf, Andreas: Informatik in der Medizintechnik – Grundlagen, Software, Computergestützte Systeme, Springer, 2008
- ACCE 2017 <https://products.office.com/de-de/access>, verfügbar am 05.11.17
- ÄOGa 2017 <https://www.aerzte-ohne-grenzen.de/das-internationale-netzwerk-von-medecins-sans-frontieres-aerzte-ohne-grenzen>, verfügbar am : 02.10.17
- ÄOGB 2017 Ärzte ohne Grenzen: Einsatzländer, <https://www.aerzte-ohne-grenzen.de/unsere-arbeit/einsatzlaender>, verfügbar am 02.10.17
- ÄOGc 2017 Ärzte ohne Grenzen: Mobile Klinik, <https://www.aerzte-ohne-grenzen.de/glossar/mobile-klinik>, verfügbar am: 02.10.17
- CGMDa 2017 CGM Medistar, https://www.cgm.com/de/arzt_zahnarzt/ais/medistar/medistar_pro

duktinformationen/produktportfolio.de.jsp, verfügbar am 31.10.17

CDMDb 2017 https://www.cgm.com/de/arzt_zahnarzt/ais/medistar/medistar_produk-tinformationen/produktportfolio.de.jsp, verfügbar am 31.10.17

CHIP 2018 http://www.chip.de/news/Worst-Case-fuer-hollaendischen-Hosting-Anbieter-Alle-Daten-sind-futsch_116618906.html, verfügbar am: 03.01.2018

COMP 2017 http://www.comparex-group.com/MediaLibrary/Content/web/de/de/software/hersteller/oracle/Oracle-beschaffung-lizenzierung_vereinfachten-modell-201207-euro.pdf, verfügbar am 05.11.17

ENGa 2017 Ranking <https://db-engines.com/de/ranking-categories>, verfügbar am 03.11.17

ENGb 2017 https://db-engines.com/de/ranking_osvsc, verfügbar am 06.11.17

HEISEa 2017 <https://www.heise.de/security/meldung/Todesstoss-Forscherschmettern-SHA-1-3633589.html>, verfügbar am 24.12.17

IBMa 2017 <https://www.ibm.com/analytics/us/en/db2/>, verfügbar am 10.11.17

IBMb 2017 <https://www.ibm.com/de-de/marketplace/db2-express-c>, verfügbar am 10.11.17

IBMc 2017 https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/de/SSEPGG_9.5.0/com.ibm.db2.luw.licensing.doc/doc/r0053241.html, verfügbar am 10.11.17

- INTEG 2017 Integra Web Ingeniería S.A.S.: Software Médico,
<https://www.softwaremedico.com.co>, verfügbar am 01.11.17
- KBVa 2017 <http://www.kbv.de/html>, verfügbar am 19.10.17
- KBVb 2017 Kassenärztliche Bundesvereinigung: Praxisverwaltungssysteme,
<http://www.kbv.de/html/6989.php>, verfügbar am 19.10.17
- MARla 2017 <https://mariadb.org/>, verfügbar am 25.12.17
- MDS 2017 https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%205596%20de%202015.pdf, verfügbar am 05.10.17
- METIA 2017 <https://mediatix.de/praxissoftware/xisynet>, verfügbar am: 01.11.17
- METIb 2017 medatixx GmbH & Co. KG: x.concept,
<https://medatixx.de/praxissoftware/xconcept>, verfügbar am
01.11.17
- MEDI 2017 Medisoft, <http://medisoft.com.co/>, verfügbar am: 12.11.17
- MEDla 2017 medilink, <https://www.softwaremedilink.com/>, verfügbar am
14.11.2017
- MEDlc 2017 <https://www.softwaremedilink.com>, verfügbar am 14.11.2017
- METI 2017 medatixx GmbH & Co. KG: x.isynet,
<https://medatixx.de/praxissoftware/xisynet>, verfügbar am: 01.11.17
- MISOa 2017 <https://www.microsoft.com/de-de/sql-server/sql-server-2017->

pricing, verfügbar am 27.12.17

- MISOb 2017 <https://www.microsoft.com/de-de/sql-server/sql-server-editions-express>, verfügbar am 26.12.17
- MISOc 2017 <https://www.microsoft.com/de-de/sql-server/sql-server-2017>, verfügbar am 24.12.17
- MSFa 2017 Medicos sin Fronteras: History, <http://www.msf.org/en/msf-history>, verfügbar am: 02.10.17,
- MSFb 2017 Medicós sin Fronteras: Colombia, <https://www.msf.org.co/conocenos/quienes-somos/medicos-fronteras-colombia>, verfügbar am 02.10.17
- MSFc 2017 Medicós sin Fronteras: Mobile-Clinic, <http://www.msf.org/en/topics/mobile-clinic>, verfügbar am 02.10.17
- MSFd 2017 Medicós sin Fronteras: Clinicas de emergencia, <http://www.msf.mx/article/clinicas-de-emergencia-para-combatir-la-malaria>, verfügbar am 02.10.17
- MSDNa 2017 Microsoft, <https://msdn.microsoft.com/de-de/library/4w3ex9c2.aspx>, verfügbar am 23.12.17
- MSDNb 2017 [https://msdn.microsoft.com/de-de/de%E2%80%90de/library/ms143432\(v=sql.120\).aspx](https://msdn.microsoft.com/de-de/de%E2%80%90de/library/ms143432(v=sql.120).aspx), verfügbar am 29.12.17
- MSDNC 2017 <https://msdn.microsoft.com/de-de/library/hh831571%28v=ws.11%29.aspx>, verfügbar am 28.12.17

- ORACLEa 2017 <http://www.oracle.com/technetwork/java/javaee/jsp/index.html>, verfügbar am 27.12.17
- ORACLEb 2017 <https://www.oracle.com/de/database/index.html>, verfügbar am 27.12.17
- ORACLEc 2017 https://docs.oracle.com/cd/B28359_01/server.111/b28320/limits002.htm#i287915, verfügbar am 27.12.17
- ORACLEd 2017 https://shop.oracle.com/apex/f?p=DSTORE:2:::NO:RIR,RP,2:PROD_HIER_ID:4509958287721805720011, verfügbar am 28.12.17
- ORACLEe 2017 <http://www.oracle.com/webfolder/technetwork/de/community/dbadmin/tipps/odd-das-beste-aus-11g/index.html>, verfügbar am 28.12.17
- ORACLEf 2017 <https://www.oracle.com/de/mysql/resources.html>, verfügbar am 27.12.17
- PHPa 2017 <http://php.net/manual/de/faq.general.php>, verfügbar am 10.11.17
- POST 2017 <https://www.postgresql.org/>, verfügbar am 10.12.17
- SAPa 2017 <https://www.sap.com/germany/products/sybase-ase.product-capabilities.html#product-capabilities>, verfügbar am 02.12.17
- SHAN 2017 <http://blog.hnf.de/der-erfinder-der-information>, verfügbar am 05.10.17
- SOLO 2017 SoftMedica, <https://www.softlogicainternational.com/softmedica>, verfügbar am: 12.11.17

- SQLI 2017 <https://www.sqlite.org/docs.html>, verfügbar am 23.12.17
- TERA 2017 <https://www.teradata.de/?journey=0:1>, verfügbar am 22.12.17
- W3TE 2017 W3Techs,
https://w3techs.com/technologies/overview/programming_language/all, verfügbar am 21.12.17
- WIPEa 2017 Wikipedia: Kassenärztliche Vereinigung,
https://de.wikipedia.org/wiki/Kassen%C3%A4rztliche_Vereinigung,
verfügbar am 19.10.17
- WIPEb 2017 Informationstechnische Grundlagen (ITG)/Dateiformate
https://de.wikibooks.org/wiki/Informationstechnische_Grundlagen_%28ITG%29/_Dateiformate verfügbar am 02.10.17
- WIPEc 2017 Wikipedia, <https://de.wikipedia.org/wiki/Dateiformat>, verfügbar am
03.11.17
- WIPEd 2017 Wikipedia, <https://de.wikipedia.org/wiki/Datenbankmodell>, verfü-
bar am 02.10.17
- WIPEe 2017 [https://de.wikipedia.org/wiki/Oracle_\(Datenbanksystem\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Oracle_(Datenbanksystem)), verfügbar
am 10.11.17
- WIPEf 2017 <https://de.wikipedia.org/wiki/PostgreSQL>, verfügbar am 29.10.17
- WIPEg 2017 <https://de.wikipedia.org/wiki/SQLite>, verfügbar am 28.10.17
- WIPEh 2017 [https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Datenbankmanagementsys-
teme](https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Datenbankmanagementsysteme), verfügbar am 11.11.17

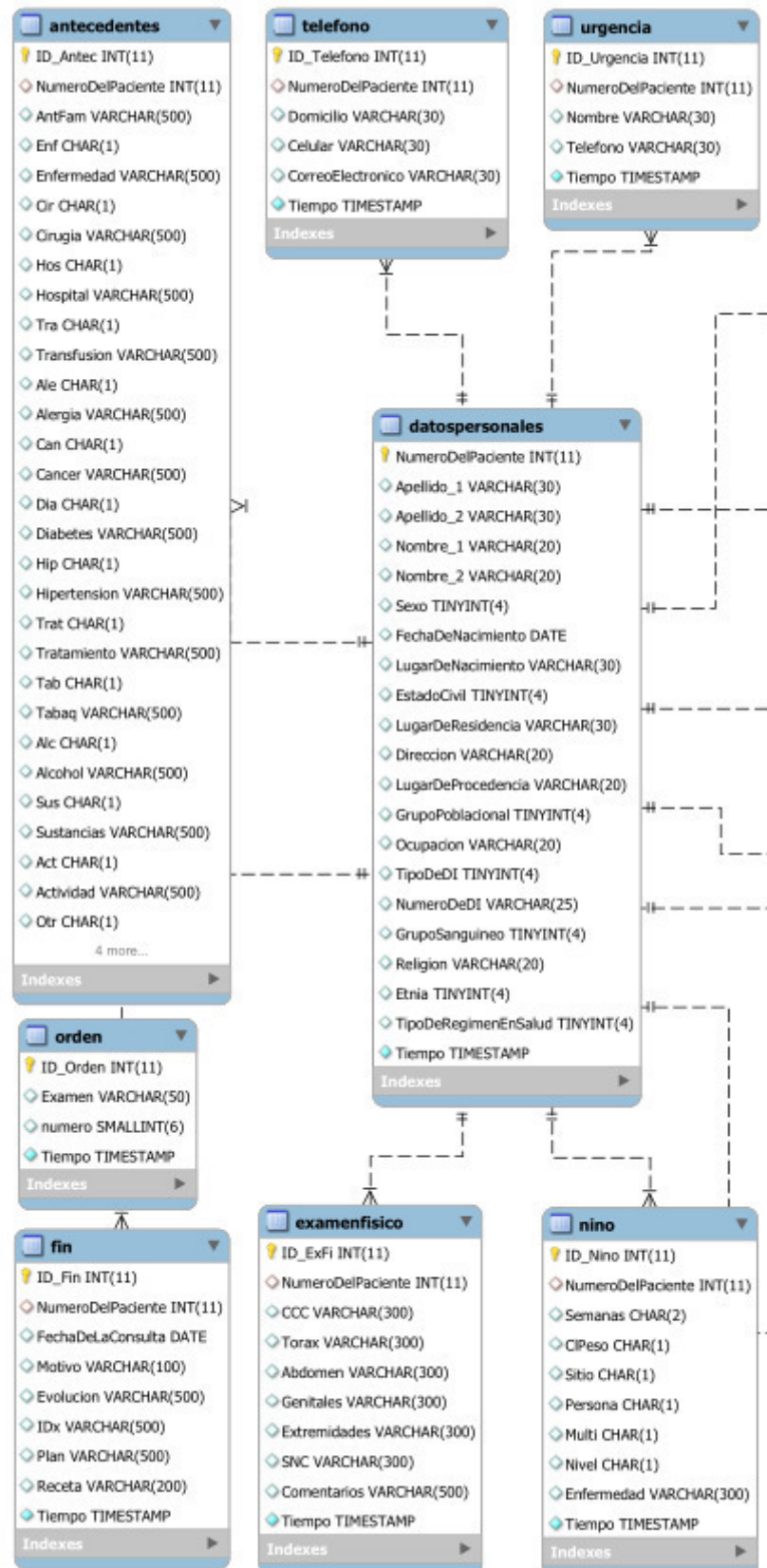
- WIPEi 2017 https://de.wikipedia.org/wiki/Message-Digest_Algorithm_5, verfügbar am 31.12.17
- WIPEj 2017 <https://de.wikipedia.org/wiki/SHA-1>, verfügbar am 30.12.17
- WIPEk 2017 <https://de.wikipedia.org/wiki/SHA-2>, verfügbar am 31.12.17
- Zeit 2017 Zeit-Online: Kolumbien erklärt Konflikt mit Farc für beendet,
<http://www.zeit.de/politik/ausland/2017-08/guerilla-kolumbien-farc-juan-manuel-santos>, verfügbar am 02.10.17

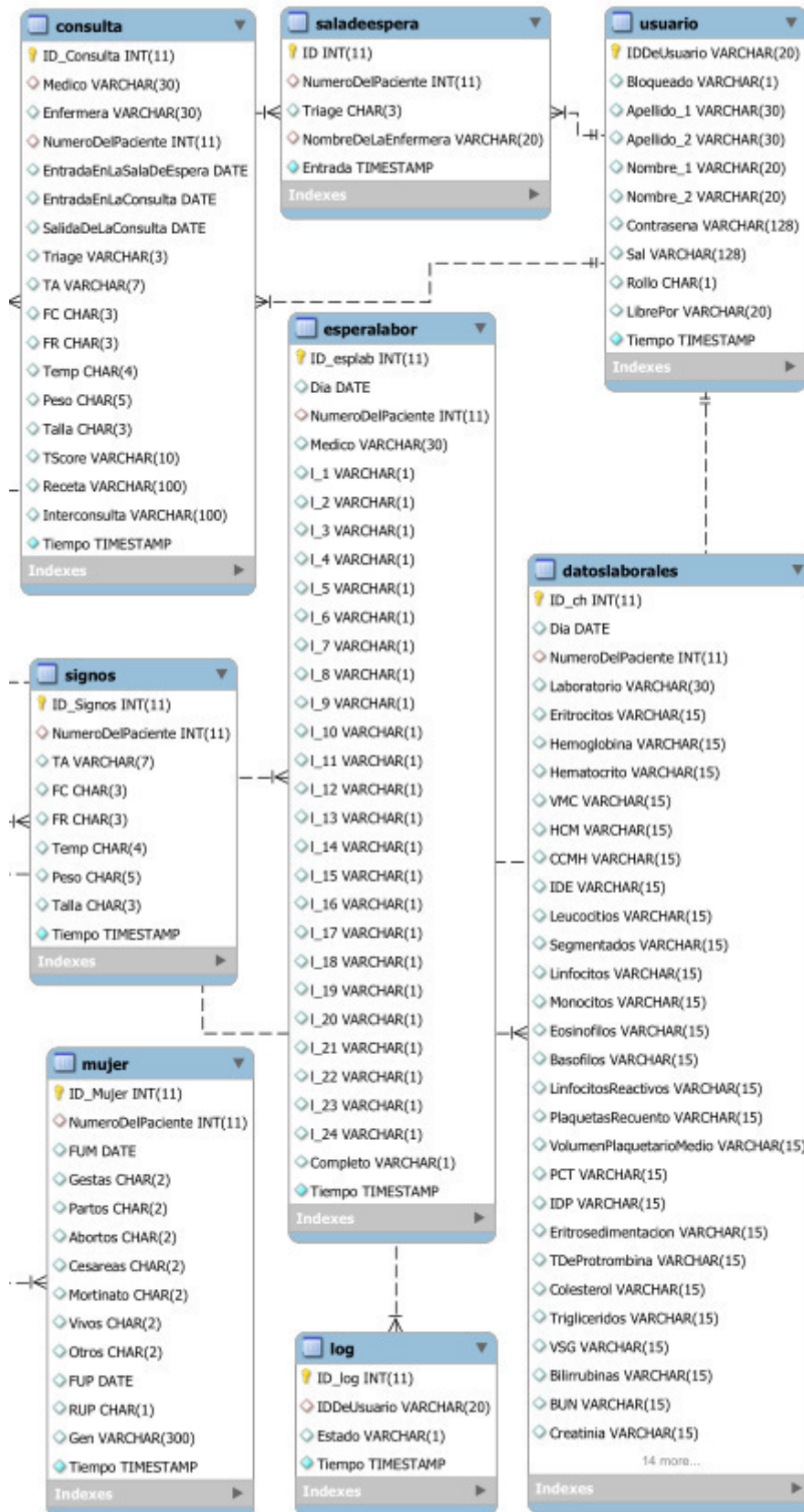
Anlagen

Teil 1	A-I
--------------	-----

Anlagen, Teil 1

Die Anlage zeigt die auf Grundlage des Konzepts erstellte Datenbank. Ihre Tabellen, Attribute und die Beziehungen untereinander.





Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Wolfsburg, den 30. Januar 2018

Oliver Könning